Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes und seiner südlichen Seitenäste vom Rauhgern bis zum Wilden.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
(II. SEKTION)

DER

KGL. BAYER. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT
ZU MÜNCHEN

VORGELEGT

VON

C. A. Haniel.

Berlin 1911.
Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)
Linienstraße 158.

Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes und seiner südlichen Seitenäste vom Rauhgern bis zum Wilden.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

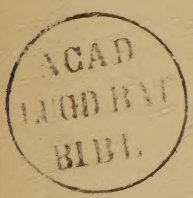
HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

(II. SEKTION)

DER

KGL. BAYER. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

ZU MÜNCHEN



VORGELEGT

VON

C. A. Haniel.

Berlin 1911.

Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)

Linienstraße 158.

Separat-Abdruck
aus der
Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Jahrgang 1911.

Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes und seiner südlichen Seitenäste vom Rauhgern bis zum Wilden.[1])

Einleitung.

Auf Anregung meines verehrten Lehrers Herrn Professor Dr. Rothpletz unternahm ich in 5—6 Sommermonaten der Jahre 1907, 1908, 1909 eine eingehende Untersuchung des im Nachstehenden beschriebenen Gebietes, das zwischen dem Allgäuer Hauptkamm und dem Lech gelegen ist. Es fiel die Wahl gerade auf dieses, weil hier in der von Aegerter bearbeiteten Karte der Allgäuer und Lechtaler Alpen des Deutsch-Österreichischen Alpen-Vereins eine ausgezeichnete topographische Unterlage bestand. Bei der Bearbeitung im Geologischen Institut der Universität München unterstützten mich Herr Professor Schlosser und Herr Professor Stromer von Reichenbach, bei bei der Arbeit im Felde erhielt ich manche Mitteilung und Anregung durch Herrn Dr. Ampferer; wofür ich den genannten Herren hier meinen herzlichsten Dank ausspreche.

Ganz besonders dankbar aber bin ich meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Professor Rothpletz und Herrn Professor Broili, für die Förderung und Anregung, die meine Arbeiten im Gebirge und Geologischen Institut München durch sie erfahren haben. —

Die ersten Beiträge zur Geologie des Gebietes lieferten die Altmeister der Alpen-Geologie, Escher von der Linth, von

[1]) Die zu dieser Arbeit aufgenommene geologische Karte wird demnächst auf dem westl. Kartenblatt der Allgäuer Alpen des D. Ö. A. V. veröffentlicht werden, sobald dies Blatt ganz kartiert ist.

Richthofen und von Gümbel, in den bekannten diesen Alpenteil betreffenden Arbeiten (siehe Literaturverzeichnis). Vor allem haben sie schon die stratigraphischen Fragen fast völlig gelöst. Neues Interesse gewann die Gegend durch Rothpletz' „Alpenforschungen"; wird doch das Gebiet im Norden von einer seiner großen Überschiebungen durchschnitten. G. Schulze gab später in seiner Dissertations-Arbeit eine genaue Darstellung der „geologischen Verhältnisse des Allgäuer Hauptkammes von der Rotgundspitze bis zum Kreuzeck unter der nördlich ausstrahlenden Seitenäste". Eine kurze Darlegung der Verhältnisse auf der Südseite schließt sich an. Er legte auch Profile durch einige der Berge, die hier näher von mir untersucht werden sollen; doch komme ich darauf noch zurück.

Orographisches.

Das in vorliegender Arbeit besprochene Gebiet bildet den nördlichsten Zipfel des Allgäu. Im Norden begrenzt es der Allgäuer Hauptkamm, auf dem die Grenze zwischen Bayern und Tirol läuft. Gen Süden wird der Abschluß gebildet durch den Lech mit seinem idyllischen Tal. Im Westen war er mir da gegeben, wo Hugo Mylius in seiner Arbeit über „die geologischen Verhältnisse des hintern Begrenzer Waldes" seine Ostgrenze legte, nämlich vom Schrofenpaß senkrecht zum Lech hin. Die Ostgrenze des kartierten Gebietes ist willkürlich; ich zog sie da, wo die schon erwähnte westliche Karte der Allgäuer und Lechtaler Alpen im Osten aufhört, d. h. auf einer Linie, die von Stockach am Lech über die Marchspitze zum Wilden geht. Doch gestatte ich mir in Text und tektonischer Karte das Gebiet im Nordosten bis nach Hinterhornbach zu erweitern, um einige in den vorher erwähnten Grenzen angeschnittene Fragen besser beleuchten zu können.

Dieses ganze so umrandete Territorium liegt in Tirol, und mit Ausnahme eines kleinen Baches, der, auf der Einsattelung zwischen Biberkopf und Raubgernrücken entspringend, nach NO läuft, gehört es dem Abflußgebiete des Lechs an, der es im Süden umfließt. Außer dem schon genannten Stücke des Allgäuer Hauptkammes umfaßt es noch folgende Seitenkämme desselben: Der Biberkopf entsendet den westlichsten Ast nach Süd; er ist nur kurz und trägt keinen eigenen Namen. Mit dem Hohen Licht, dem höchsten Berg der Allgäuer Alpen, zweigt der Schochentalast ab und streicht über die Ellenbogen-Spitze zum Muttekopf hin. Der dritte Ast biegt an der Öfner Spitze ab, um sich an der Hornbach-Spitze in Hornbach-Kette und Krotten-

kopf-Rothorn-Ast zu trennen. Als vierte Abzweigung ist der Kanzberg zu erwähnen, der von der Jochspitze nach Hinterhornbach zu läuft. Kleinere Bäche fließen in den Tälern zwischen diesen Rücken; doch zeigt ja alles Nähere die gute Karte der Allgäuer Alpen des Deutsch-Österreichischen Alpen-Vereins.

Stratigraphie.

Folgende Formationsglieder setzen das behandelte Gebirge zusammen:

Alluvium,
Diluvium,
Gosaukreide. Oberes Senon,
Kreideflysch mit senonem Foraminiferen-Mergel,
Aptychenschichten,
Liasfleckenmergel,
Unterer roter Lias,
Kössener Schichten,
Plattenkalke,
Hauptdolomit,
Rauhwacke (Raibler oder Arlberg).

Mit Ausnahme der Gosaukreide und des Kreideflysches sind die hier aufgeführten Formationen dieselben, wie Mylius und Schulze sie in ihren Arbeiten über die benachbarten Gebiete auf das eingehendste behandelt haben. Da sich in den ganzen Vorkommen wenig ändert, hieße es Bekanntes wiederholen, wollte ich ebenso eingehend darüber berichten wie sie, zumal die Schichten auch schon von Richthofen und Gümbel her gut bekannt sind. Ich beschränke mich deshalb bei der Beschreibung dieser Gruppen auf das Notwendigste und erweitere meine Ausführung nur da, wo mein Befund von dem der Nachbarn abweicht.

Rauhwacke.

In der Dolomitenwand, die bei Holzgau südlich des Lechs aufsteigt, liegt ein schmaler Zug grauer Rauhwacke, bei der weder Versteinerungen noch Gips zu finden sind. Über und unter ihr liegt Hauptdolomit, der OW streicht, 60° S fällt. Es hat den Anschein, als ob die Rauhwacke den Kern eines nach Nord überkippten Sattels bildete, also einem tieferen Horizonte, den Raibler oder Arlberg-Schichten, angehörte. Ihr petrographisches Aussehen gleicht am meisten dem der Arlberg-Rauhwacke. Eine tektonische Breccie im Hauptdolomit begleitet diesen Rauhwacken-Zug und läßt auf eine tektonische

Störung, vermutlich eine Überschiebung, schließen, die parallel zum Rauhwacken-Zug verläuft. Die geringe Mächtigkeit der Rauhwacke zusammen mit dem wahrscheinlichen Vorhandensein einer solchen Störung läßt nicht sicher erkennen, ob die Entstehung der Rauhwacke nicht in tektonischen Gründen zu suchen ist. (Profil II und III.)

Hauptdolomit.

Den größten Teil des Gebietes, vor allem die meisten Gipfelregionen, nimmt der Hauptdolomit ein. Mit seinen charakteristischen, eckigen Verwitterungsformen und hellen, unfruchtbaren Schutthalden ist er schon von weitem zu erkennen. Seine Farbe wechselt von hellgrau zu gelbbraun. Beim Übergang zu der Rauhwacke und zu den Plattenkalken stellen sich dunklere, fast schwarze, besonders bitumenreiche Bänke ein. Eisenbohnerze und manganhaltige Kalk- und Dolomitspat-Adern, die goldgelb herauswittern, finden sich in ihm. Letztere treten besonders stark auf dem Plateau östlich vom Wilden auf und haben hier wohl zu dem Namen Goldbrunnen, sowie zu mancher abenteuerlichen Mär von Goldfunden Veranlassung gegeben. Der Eisengehalt verschafft dem Dolomit an einzelnen Stellen ein rötliches Aussehen. Gute Bankung ist durchweg vorhanden. In allen Niveaus durchsetzen den Hauptdolomit Breccien, die oft große Partien, oft nur kleine Putzen in einer sonst normalen Platte bilden. Bei den Sprengarbeiten zum Bau der neuen Straße, die von Steeg nach Warth führt, waren diese brecciösen Partien eine unwillkommene Erscheinung, da der Schuß sie nicht zersprengte, sondern in ihnen nur einen Trichter, von den Arbeitern Kanone genannt, bildete, was natürlich der Absicht der Wegbauer wenig entsprach.

Mit Ausnahme weniger, schlecht erhaltener Gastropoden- und Korallenreste habe ich im Hauptdolomit keine Fossilien gefunden. Kalkbänke und Fischschiefer-ähnliche Einlagerungen treten vereinzelt auf, wie sie schon Richthofen von dem Hauptdolomit bei Steeg an der Straße erwähnt. Beim Übergang zu der hangenden Formation der Plattenkalke verliert der Dolomit mehr und mehr seinen krystallinen Habitus, und die kalkhaltigen Bänke nehmen zu; in ihnen sind auch Ganoidschuppen zu finden. Der Übergang findet sehr allmählich statt; es wechsellagern Kalk- und Dolomit-Bänke in einer Mächtigkeit von manchmal 20—30 m, weshalb die Grenze zwischen beiden nicht immer scharf zu ziehen ist. Der Hauptdolomit ist die mächtigste der hier auftretenden Formationen, doch konnte eine genaue

Bestimmung seiner Mächtigkeit nicht gemacht werden, da der Dolomit hier nirgends ungestört lagernd, von liegender und hangender Formation begrenzt, auftritt.

Plattenkalk.

Der Übergang vom Hauptdolomit zu den Plattenkalken ist, wie schon gesagt, ein sehr allmählicher, wodurch die Grenzkartierung zwischen beiden besonders da schwierig wird, wo der Hang fast gleiches Streichen und Fallen mit der Schichtung hat, wie es oberhalb der neuen Straße östlich von Lechleiten der Fall ist. Immerhin trennen sich die Plattenkalke überall, wo sie ungestört lagern, deutlich genug vom Hauptdolomit und der hangenden rätischen Formation ab, um ihnen den Platz eines eigenen Formationsgliedes anweisen zu können. Sie bestehen aus einem dunkeln, bituminösen Kalk, der in Schichten bis zu 1 m Dicke auftritt. Nach unten ist er magnesiahaltig und leicht krystallin, nach oben wird er mergeliger, um bei einer Mächtigkeit von ca. 50 m in die Kössener Mergel überzugehen. Der Fossilreichtum ist gering. Megalodontenquerschnitte findet man, sowie *Rissoa* (*Holopella*) *alpina* Gümbel. An wenigen vereinzelten Stellen liegen Bänke, die gespickt sind von unbestimmbaren Schalenfragmenten, so am Rauhgern oberhalb Gehren. In dem Zuge, der von der Ablesplaißscharte zur neuen Lechstraße hinabzieht, treten zwei kleinere Gänge von Hornstein auf, deren Entstehung sekundär zu sein scheint. Die stratigraphischen Verhältnisse des ganzen Rhät lassen sich am besten in dem Zuge studieren, der vom Lech bei Prenten zur Hornbachkette zieht.

Einen Querschnitt durch diesen Zug gibt die Photographie von Söllerköpfen und Balschte-Sattel, die östlich des kartierten Gebietes von steilstehenden Rhätschichten gebildet werden. (Siehe Taf. I Profil I und Taf. II Fig. 1.)

Kössener Schichten.

Der eben genannte Balschte-Sattel verdankt seine Entstehung den weichen Kössener Mergeln, die den Plattenkalken aufgelagert als fettes Wiesenband vom Sattel ins Tal ziehen. Auf sie folgen zunächst als Kalkmauer die oberen rhätischen Kalke, darüber als Wiesenhang der Fleckenmergel.

Die Farbe der Kössener Mergel wechselt von dunkel- bis hellgrau zu gelb und braun; ihnen eingeschlossen sind einzelne Kalkbänke, von denen eine besonders starke auch auf dem

Bilde zu sehen ist. Der Fossilreichtum ist groß. Ganze Bänke werden von Schalen aufgebaut. An bestimmbaren Fossilien fand ich:

Terebratula gregaria Süss,
Terebratula pyriformis Süss,
Waldheimia norica Süss,
Spiriferina Jungbrunnensis Petch.
(*uncinnata* Schafh.),
Avicula contorta Portl.,
Gervillia inflata Schafh.,
Mytilus minutus Goldf.,
Myacites Escheri Winkl.,
Cardita austriaca Hauer.,
Pleuromya bavarica Winkl.,
Gervillia praecursor Quenstedt.

In den Mergeln der Allgäuer Schubmasse, dem Schafrücken gegenüber im Marchertal sammelte ich einen *Sargodon tomicus* Plieninger.

Aus dem Zug des oberen Rät, der vom nördlichen Wilden zum Wiedener Kopf zieht, ist mir ein *Cidaris Curioni* Stoppani bekannt, den dort der Oberstdorfer Führer Breitenauer, ein eifriger Fossilsammler, fand.

Über den Mergeln liegen hellgraue bis blaugraue, dichte, sehr dickbankige Kalke; es sind dies die oberen rhätischen Kalke. Megalodontenquerschnitte sowie verästelte Korallen (*Lithodendron*) treten in ihnen häufig auf; erstere sind besonders zahlreich an den Aufschlüssen der neuen Straße bei Lechleiten. (Siehe Taf. III Fig. 1.) Korallen dagegen überwiegen in den Kalken im oberen Schochental. *Terebratula pyriformis* Süss fand ich in den Simmswasserfallfelsen, ein Stielglied von *Pentacrinus bavaricus* Winkl. am Rauhgern. Die Mächtigkeit der ganzen Kössener Schichten beträgt 150—180 m.

Roter Lias.

Der unterste Lias wird auch hier vertreten durch einen dunkelroten, tonigen, knolligen Kalk, der durch verschiedene Verteilung des Eisengehaltes marmoriert erscheinen kann. Schlecht erhaltene Ammoniten, Nautiliden, Belemniten und Brachiopoden lassen sich finden. Dünnschliffe zeigen Reste von Zweischalern, Foraminiferen, Echinodermenstacheln und Crinoideen. Letztere häufen sich bisweilen derart an, daß sie dem Kalk ein krystallines Aussehen geben. Der von Schulze und Mylius erwähnte graue Kalk, der den roten vertritt, ist, wie mir verschiedene

allmähliche Übergänge zeigten, derselbe Kalk wie der rote, nur fehlt hier die Eisenimprägnation und damit die rote Farbe. Ein langer Zug eines derartigen hellen Kalkes liegt am Schönanger im oberen Schochenalptal. Häufig fehlt der rote Lias gänzlich, was bei der geringen Mächtigkeit von 3—6 m aus Gründen der Tektonik sowohl wie der Sedimentation leicht erklärlich ist. An vielen Stellen wird er aber auch wohl durch die starke Vegetation verdeckt oder schwer erkennbar durch das Fehlen der roten Farbe.

Lias-Fleckenmergel.

Die für das Allgäu so charakteristischen Fleckenmergel mit ihren weichen Verwitterungsformen und fruchtbaren Wiesenböden treten in meinem Gebiet in der gewohnten Weise auf. Leider macht ihre Fossilarmut es unmöglich, eine genauere stratigraphische Einteilung des über 500 m mächtigen Komplexes zu geben. Das typische Gestein ist ein hellgelb, in höheren Lagen auch blaugrau verwitternder, im frischen Bruche dunklerer Mergelkalk, der mit den bekannten, Fucoiden-ähnlichen Flecken bedeckt und durchsetzt ist. Kalkbänke wechsellagern in diesen Schiefern, es sind hier besonders einige grauschwarze, massige Kalkbänke von je 1 m Mächtigkeit zu nennen, die in der Lechtaler Schubmasse etwa 10 m über den roten Kalken liegen. Braune Hornsteine und dunkle Kieselkalke treten häufig auf; am zahlreichsten in dem Zug, der dem Hohen Licht im Süden aufliegt. Als große Linseneinlagerungen kommen in den Fleckenmergeln dunkle Manganschiefer mit bläulicher Verwitterungsfarbe vor; die in diesen lagernden, wohl ausgebildeten Quarzkryställchen sind ja von der schwarzen Milz her gut bekannt. Besonders bemerkbar machen sich die Manganschiefer in den obersten Partien der Allgäuer Schubmasse dicht unter der Lechtaler Überschiebung. So liegen sie, von Ost nach West genannt:

Im Arztobel (Erztobel) zwischen Blaseneck und Hennensteig im Hornbachtal, unter Karlespitz und Kanzberg, in der March, in der schwarzen Milz, im Metzgertobel, bei Lechleiten südlich des Wirtshauses und dort an der neuen Straße. Es scheint dies alles derselbe große Zug von Manganschiefern zu sein.

In der Lechtaler Schubmasse befinden sie sich in den Liasmergeln, die dem Hohen Licht aufliegen; sie erstrecken sich dort von der schwarzen Krenz am Hochalpgrat bis zum Greiner hinab. Eine zweite kleinere Partie tritt unter der Kanzell oberhalb des Haselbauers auf. Sie liegen überall in einem

hohen Horizont der Fleckenmergel und sind, wie schon angedeutet, im Norden des Gebietes viel mächtiger als in den südlicheren Schuppen.

An Fossilien tritt am häufigsten *Inoceramus Falgeri* Mer auf, und zwar in einem Horizont nah über dem Rät; er entspricht der γ-Stufe des Lias, die auch durch die von Schulze in der Einsattelung zwischen dem Hohen Licht und Peischelspitze gesammelten Ammoniten: *Cycloceras binotatum* Opp. und *Cycloceras Actaeon* d'Orb. vertreten wird. In höheren Horizonten treten *Harpoceras* (*Grammoceras*) *Kurrianum* Opp. und *Harpoceras* (*Arieticeras*) *Allgovianum* Opp. nicht selten auf; sie charakterisieren die δ-Stufe. Aus den obersten Lagen der Fleckenmergel sind mir keine Versteinerungen bekannt. Unter dem γ-Horizont fand ich an einzelnen Stellen Mergel mit Crinoideenstielresten, die große Ähnlichkeit mit *Pentacrinus tuberculatus* Mill. haben; so liegen sie in den tiefsten Schichten des Fleckenmergels in der Einsattelung südlich des Hohen Lichtes. Mit ihnen sammelte ich hier im Hochalpgrat, dem die Ausbildung des roten Lias fehlt, ein Windungsstück von *Arietites bavaricus* Böse. Es scheint also auch die β-Stufe zum Teil im Fleckenmergel noch vertreten zu sein.

In den Dünnschliffen lassen sich Radiolarien und Nadeln von Hornschwämmen erkennen. Außer der oben erwähnten Crinoideen führenden Bank im untersten Fleckenmergel treten Crinoideenkalke auch noch in höheren Horizonten auf. Die Anwitterung verschafft denen aus dem mittleren Lias ein breccienhaftes Aussehen; während die aus den höchsten Niveaus, die den Übergang zum postliasischen Jura bilden, ein mehr krystallines Aussehen haben.

Oberer Fleckenmergel.

In dem ganzen, verhältnismäßig wenig gestörten Jurazug, der von Steeg nach Elbigenalp läuft, tritt der Jura in folgender Weise auf. Das Hangende des im vorigen Abschnitt beschriebenen Fleckenmergels bildet eine 5—15 m mächtige Serie von dunklen Kieselkalken, dünnen Mergellagen und krystallinen Kalken, die im Dünnschliff deutlich als Crinoideenkalke zu erkennen sind.

Zone der bunten Hornsteine.

Über der obigen Serie folgt eine bis zu 30 m mächtige Schicht von grünen, auch braunen, schwarzen und rötlichen Hornsteinen, die im Dünnschliff zum Teil gut erhaltene Radio-

larien (Spumellarien und Nassellarien) zeigen. Die bunte Färbung dieser Hornsteine ist natürlich auf verschiedene Oxydationsstufen von Eisenverbindungen zurückzuführen. Diese Hornsteinserien verwittern sehr schwer und bilden gerne Spitzen und Grate. Das klassische Beispiel hierfür ist ja die nadelförmige Höfats im Norden meines Gebietes; in letzterem selbst verdanken Rothorn und Jöchelspitze mit ihren Graten dem Hornstein ihre Gestaltung. (Siehe Taf. II Fig. 2.)

Aptychenschichten.

Rote Mergelkalke mit roten Hornsteinen, zusammen ca. 20 m mächtig, lagern über der bunten Hornsteinserie und werden bedeckt von den bekannten hellgrauen dichten Kalken, die bei Anhauchen auf frischem muscheligen Bruch leicht gelb erscheinen die Mächtigkeit der letzteren beträgt bis zu 250 m. Auch in diesen hellen Kalken liegen vereinzelte dünne Bänke eines dunkelgrauen, oft feinkrystallinen Kieselkalkes. Dünnschliffe aus den hellen Kalken lassen Foraminiferenreste und Spongiennadeln erkennen. Nach oben zu werden die lichten Kalke gelbgrau und zeigen in den höchsten Lagen Flecken, die denen des Fleckenmergels ähnlich sind. Der helle Kalk sowie der rote Mergelkalk führen nesterweise folgende Fossilien (beste Fundstelle: Südhang des Rothorns): *Aptychus Beyrichi* Opp., *Aptychus lamellosus* Zt., *Aptychus punctatus* Voltz. Sie sind dem Tithon zuzurechnen.

Zwischen diesen Aptychenschichten, deren Alter so sicher als Tithon bestimmt ist, und dem Lias δ, der sich im mittleren Fleckenmergel durch *Harpoceras Kurrianum* Opp. und *Harpoceras Allgovianum* charakterisiert, haben wir einen ca. 250 m mächtigen Schichtenkomplex, aus dem kein leitendes Fossil bekannt ist.

Typische Fleckenmergel, Kieselkalke, Crinoideenkalke und bunte Hornsteine setzen ihn zusammen und zeigen an, daß ein öfterer Wechsel in den Sedimentationsbedindungen stattgefunden hat. Da sich jedoch zwischen diesen Gesteinen nirgends eine Diskordanz oder ein Transgressionskonglomerat finden läßt, liegt kein sicherer Grund zur Annahme einer Unterbrechung der Sedimentation vor; eher kann man die erwähnten fossilleeren Horizonte als Vertreter der fehlenden Formationsglieder ansehen. Die fossilleeren Fleckenmergel entsprächen dann etwa dem oberen Lias, die oberen Kieselkalke und Crinoideenkalke dem Dogger, die bunten Hornsteine dem unteren Malm. Doch läßt sich diese Annahme nicht beweisen.

Kreideflysch.

Über den obersten gelblichen Aptychenkalken liegen im Tale des Giblerbaches sowohl wie im Südhang des Lechtales vom untern Hagerntal bis zum Holzgauerwald weiche Mergelschiefer mit Fucoiden. Der Übergang von den Kalken zu diesen Mergeln ist meist ein sehr allmählicher. Die obersten Kalke führen Linsen von gelblichen, grauen Schiefern; dann wechsellagern dunklere, gelbe Kalk- und Mergelbänke, bis die Schiefer überwiegen und Kalklinsen einschließen, die immer kleiner und kleiner werden; zuletzt endlich treten nur noch grünlichgraue Mergel zutage, die sich stellenweise rot und grün färben. Wo der Wechsel von Kalken zu Mergeln schneller vor sich geht, wie im Höhenbachtal, tritt zwischen ihnen eine dünne Schicht von dünnblättrigen Schiefern auf, die ganz mit kleineren Kalklinsen erfüllt ist und so eine Ähnlichkeit mit einem Konglomerat hat; doch möchte ich ihre Entstehung nicht einer Unterbrechung, sondern einem Wechsel in der Sedimentation zuschreiben. Eine deutliche durchgehende Diskordanz zwischen diesen Kalken und Mergeln habe ich nicht beobachtet; allerdings tritt stellenweise eine Abweichung im Fallen und Streichen der härteren, kalkigen und weicheren, mergeligen Bänke auf, so am Asum im Höhenbachtal. Doch können derartige Diskordanzen im Gebirge leicht zwischen mechanisch sich verschieden verhaltenden Schichten vorkommen. In einer Rinne am Asum, die im Übergang der beiden Gesteinsarten liegt, fand Ampferer in einer abgestürzten Mergelplatte einen Belemniten, den er mir überließ. Leider gelang es mir nicht, ihn spezifisch zu bestimmen. — Die Mergel sind häufig bedeckt von Fucoiden, deren schlechter Erhaltungszustand eine genaue Bestimmung unmöglich macht. Es handelt sich aber um echte Flyschfucoiden, denn sie zerfallen in verdünnter Salzsäure nicht, enthalten also kein Kalkcarbonat, was, wie Rothpletz nachwies, für die Flyschfucoiden der nördlichen Kalkalpen charakteristisch ist.

Im Dünnschliff zeigen die Mergel Reste von Foraminiferen; letztere sind zahlreich in den rot gefärbten Stellen (Globigerinen, *Discorbina*). Die Mächtigkeit der Flyschmergel ist nicht genau zu bestimmen, da man nicht sehen kann, inwieweit die Schiefer gestört oder gefaltet liegen; doch dürfte sie wohl 200 m übertreffen.

Senone Foraminiferen-Mergel.

Am Eingang zum Höhenbachtal, beim Antonienbad, liegen diesen Schiefern konkordant und, soweit beobachtet, ohne Störung dünnblättrige, leichte Mergel auf, die Kohlenpartikelchen und Schmitzen führen, und deren Foraminiferenreichtum sich schon makroskopisch andeutet. Typische Fucoiden fand ich in ihnen nicht. —

Herr Ober-Medizinalrat Dr. J. G. Egger verpflichtete mich dadurch zu großem Dank, daß er die Bestimmung einiger Foraminiferen dieser lichten Schiefer ausführte und mir die Resultate mitteilte. Da sich das Material nicht schlämmen ließ, stützen sich diese Bestimmungen nur auf Schliffpräparate. Unter den vielen schlecht erhaltenen Formen, deren Arten kaum zu erkennen waren, konnte er nur einige sicher bestimmen:

Anomalia ammonoides Reuss,
Discorbina canaliculata Reuss,
Discorbina pertusa Marsson,
Globigerina aequilateralis Brady,
Globigerina cretacea D'Orbigny,
Globigerina bulloides D'Orbigny,
Orbulinaria sphaerica Kaufmann,
Orbulinaria ovalis Kaufmann.

Es sind dies alles Formen, die Egger auch bei seinen Untersuchungen in den Seewenschichten der Schweiz und des Schliersee-Tegernsee-Gebietes vorfand (Foraminiferen der Seewener Kreideschichten. Sitzungsbericht der K. Bayr. Akad. der Wissenschaften 1909. II. Abhandl.).

Nach den Schlußworten seiner Abhandlung ist das massenhafte Auftreten der kugelförmigen und der weckenförmigen *Orbulinaria*, die sich auch beide hier häufiger finden, als ein besonderes Merkmal der Seewenschichten zu betrachten. Somit ist also auch das Alter dieser Antonienbad-Mergel als Senon anzusprechen; hiermit stimmt der petrographische Habitus der Mergel überein; er gleicht demjenigen der Mergel aus den Trettachanlagen bei Oberstdorf, die Rothpletz und Schulze als Seewenschichten bezeichnen.

Die die Antonienbad-Mergel unterlagernden, Flyschfucoiden führenden Schiefer sind demnach entweder auch senonen Alters oder älter als Senon. Die Frage, ob sie zusammen mit den Übergangsschichten aus den Aptychenschichten, die, wie der Belemnit andeutet, wohl dem Neocom zuzurechnen sein dürften, die ganze vorsenone Kreide repräsentieren, kann nicht entschieden werden, da erstens, wie oben gezeigt wurde, es nicht ganz

sicher ist, ob nicht vielleicht doch eine Unterbrechung der Sedimentation stattgefunden hat, zweitens die Möglichkeit vorhanden ist, daß eine tektonische Störungslinie diese weichen grasbedeckten Gebilde irgendwo durchsetzt, eine Störungslinie, die einen Teil der Kreideformation ausfallen ließe. Betont soll noch werden, daß, wie es alle in Frage kommenden Aufschlüsse deutlich zeigen, der Kreideflysch den Aptychenschichten auflagert, also keiner tieferen Decke oder Schuppe angehören kann.

Gosaukreide.

In der Besprechung der Lechtaler Schubmasse erwähnt Schulze ein Konglomerat, das er bei einer kurzen Begehung dieses Gebietes in der Einsattelung zwischen Hohem Licht und Peischelspitze bemerkte. Daß es postjurassisch sei, entnahm er der Lagerung auf dem Fleckenmergel und dem Umstand, daß es zum Teil aus bunten Hornsteinen gebildet wurde. Da er infolge der kurzen, ihm zur Verfügung stehenden Zeit keine Fossilien fand, vermutete er in ihm eine Flyschbildung, ließ aber die Frage offen. Bei genauerer Begehung des Gebietes hat sich dieses Konglomerat mit den darüber liegenden Schichten als Gosaubildung herausgestellt. In dem Fleckenmergelzug, der der Trias des Hohen Lichtes südlich aufliegt und im Süden von dem Hauptdolomit der Ellbogener-Überschiebung bedeckt wird, ist an drei Stellen diese Gosaukreide überkippt eingemuldet. Kleinere Komplexe liegen am Hochschuß und westlich des verbogenen Kars; der ausgedehnteste bildet in überkippt doppelt gemuldeter Lagerung den größten Teil des Hochalpgrates. Es ist dies alles derselbe Zug, der nur durch Tektonik und Erosion zerrissen erscheint. Die nähere Ausbildung dieses Gosauvorkommens ist folgende:

Über den Fleckenmergeln und Manganschiefern liegt in meist stark diskordanter Weise ein $^1/_2$—3 m mächtiges Konglomerat. In den unteren Partien besteht es aus eckigen bis kantengerundeten Bruchstücken von Kalken und Hornsteinen, deren Größe gewöhnlich zwischen Erbse und Faust schwankt; am Hochalpgrat liegen aber einige mannshohe Brocken der Aptychenschichten darin, deren Ausdehnung so groß ist, daß man sie als Erosionsklippen anzusprechen geneigt ist. Während am Hochschuß der untere Teil des Konglomerates aus Liaskalken und Liashornsteinen gebildet wird, setzt er sich in den westlichen Vorkommen vorwiegend aus Gesteinen der Aptychenschichten zusammen. Hauptdolomit oder Triaskalke sind nirgends in ihm beobachtet worden. Nach oben werden überall

die Komponenten des Konglomerates kleiner, wohlgerundeter und bestehen aus jurassischen bunten Hornsteinen und hellen Kalken, bis es ganz in einen dunkelgrauen, sandigen Kalk übergeht, der rötlich anwittert. Dünnschliffe aus diesen Kalksanden zeigen Reste von Foraminiferen und Spongien; im Polarisationsmikroskop erkennt man in ihnen einzelne Quarzkörnchen. In einem abgestürzten Block des Konglomerates fand ich Bruchstücke von Hippuriten, deren äußere Schalenschicht leider nicht erhalten ist, weshalb eine sichere Bestimmung nicht möglich ist. Den Querschnitten nach, die zum Teil gute Bilder liefern, gehören sie in die Nähe von *Hippurites Oppeli* Douv. sowie von *Hippurites socialis* Douv. — Eine Bucht des Gosaumeeres hat also hier die verhältnismäßig noch wenig gestört liegenden Juraschichten bespült, und seine Brandung hat die angefressenen Juragesteine zum Konglomerat verarbeitet. Die Mächtigkeit des letzteren und der Kalke zusammen beträgt bis zu 10 m.

Über diesem Komplex lagert eine Serie von lichten Mergeln, deren Mächtigkeit nicht genau bestimmt werden konnte, da sie heute überall das Innerste einer überkippten Mulde bildet; jedenfalls beträgt sie aber über 80 m. Die starke spätere tektonische Inanspruchnahme verursachte es, daß die harten Konglomerate und Kalksandsteine oft zu den weichen hangenden Schiefern diskordant liegen; es läßt sich dann zwischen beiden häufig eine Ruschelzone konstatieren.

Diese lichten Mergel enthalten einzelne Schichten, die reich an Fossilien sind; eine solche, wohl die reichste, liegt 4 m über den dunklen Kalksanden. Auf den angewitterten Platten dieser Schichten haben sich die Fossilien mitunter gut erhalten.

1. *Turritella Fittoniana* Münst.

Diese Art ist sehr zahlreich vertreten. Bei mehreren Exemplaren ist der oberste Hauptgürtel schwächer entwickelt als die untern. Die Spitzen verlieren fast gänzlich die Zwischengürtel sowie die Körnelung der Hauptgürtel. Wie es auch Zekeli erwähnt, finden sich Individuen dieser Art mit übereinander vorragenden, beinahe fünfseitigen, unten scharf gekanteten Windungen.

2. *Cerithium furcatum* Zek.

Mehrere gut erhaltene Exemplare liegen vor, die ausgezeichnet auf die von Stoliczka gegebene Beschreibung passen. Basis und Mündung sind leider nirgends erhalten.

3. *Cerithium* (*Pirenella*) *sociale* Zek.

Das einzige kleine Exemplar dieser Art, das ich fand, ist leider da, wo nach Stoliczka der feingekörnte Spiralstreifen zwischen den Hauptgürteln liegen sollte, von Rissen durchsetzt; doch paßt die übrige Beschreibung gut. Die netzförmig verbundenen Körnchen stehen um ihren doppelten Durchmesser auseinander, wie es Zekeli angibt.

4. *Actaeon Blankenhorni* Boehm.

Ein Exemplar dieser Art sammelte bei einer gemeinsamen Begehung Herr Rothpletz. Es weist eine gut erhaltene Struktur auf, doch ist seine Mündung auch nicht vollständig erhalten. J. Boehm gibt an, daß der letzte Umgang ca. $^2/_3$ der Gesamthöhe hätte. Bei den größeren der in der Münchener Sammlung befindlichen Böhmschen Originalexemplare trifft dies nicht zu. Auch das hier vorliegende, das das letzte noch an Größe etwas übertrifft, ist nicht so schlank gebaut; woraus zu schließen wäre, daß diese Art mit zunehmender Größe an Schlankheit abnimmt.

5. *Laxispira trochleata* J. Boehm.

Der von Boehm gegebenen Beschreibung ist hinzuzufügen, daß die kräftigeren Spiralstreifen an einzelnen gut erhaltenen Stellen feine Körnelung aufweisen, was auch an den Böhmschen Originalen zu beobachten ist. Mein besterhaltenes Stück zeigt auf der letzten Windung senkrecht zu ihr verlaufende, schwache Schwielen; solche sind bei den Böhmschen Originalen nicht zu sehen, wohl aber bei einigen in der Münchener Sammlung befindlichen Exemplaren dieser Art aus dem Gosautal selbst.

6. *Gryphaea vesicularis* Lam.

Sie tritt häufig auf; auch finden sich Reste von ihr in den Kalksanden.

7. *Janira quadricostata* Sow.

8. *Astarte similis* Münst.

9. *Astarte subsimilis* Boehm?

Von diesen drei letzteren fand ich je ein Exemplar.

10. *Nucula subredempta* Boehm?

Das einzige vorhandene Exemplar dieser Art läßt nur die Außenseite erkennen, die gut mit der Beschreibung übereinstimmt. Jedoch ist sie kleiner als Boehms Originale.

11. *Serpula subtorquata* Münst.

Außer diesen fanden sich vor:

Eine Nuculide, von der nur die Innenseite sichtbar ist; ihre Form erinnert stark an *Leda Reussi* (Gümbel) Boehm, doch ist die Zahl der gewinkelten Schloßzähne geringer.

Fragmente von Inoceramenschalen, sonstiger Lamellibranchiaten und Gastropoden; Einzelkorallen (*Trochosmilia*).

Baumförmige, ästige Bryozoenstöcke, deren röhrige Zellen auf allen Seiten der Äste münden, und deren Längsschnitte denen der Cerioperiden gleichen. Kohlenpartikelchen treten häufig auf; eine Schicht ist mit Resten von Pflanzen bedeckt.

Was die nähere Altersbestimmung dieser Gosaukreide anbelangt, so können hier nur die Fossilien einen Anhalt bieten, die ich mit den von J. Boehm in seiner Arbeit über die Kreidebildungen des Fürberg und Sulzberg beschriebenen Arten identifizieren konnte. J. Boehms Originale stammen alle aus den Gerhardsreiter und Plattenauer Mergeln, deren Alter er als unteres Mastrichtien bestimmte. Wir haben es hier also mit einer jungen Gosauablagerung zu tun, die noch im oberen Senon sich bildete. Das genauere Alter des Konglomerates zu bestimmen, ist wegen der schlechten Erhaltung der Hippuritenbruchstücke nicht möglich, doch dürfte es auch nicht viel älter sein als die hangenden Schichten.

Es ist dieses das westlichste, bisher sicher bestimmte Vorkommen von Gosaukreide in den Nordalpen. Vielleicht stellt es die Strandbildung zu den oben besprochenen senonen Foraminiferen-Ablagerungen dar.

Diluvium.

In der „Vergletscherung der Deutschen Alpen“ (S. 95—97) stellt Penck folgende Regeln auf: „Die Verteilung der mächtigen Grundmoränen hängt von der Breite des Gletscherbettes ab. Wo sich dasselbe verengt, treten die Moränen zurück, wo es sich erweitert, stellen sie sich an seinen Gehängen ein. Die mächtigen Grundmoränen finden sich da, wo die Gletscherbewegung eine langsamere war oder sehr verlangsamt wurde.“

Für diese Ansicht bildet mein Gebiet ein gutes Beispiel. Der aus dem obersten Lechtal strömende Lechgletscher sah sich bei Warth in seinem Lauf durch das vor ihm liegende Massiv des Biberkopfes gehemmt; er teilte sich infolgedessen, wie es auch Penck und nach ihm Mylius annehmen, in zwei Arme. Den einen sandte er über den Schrofenpaß ins Rappenalpental dem Stillachgletscher zu, den andern in das enge Lechtal. Da, wo er sich staute, vor dem Übergang über den

Rauhgernrücken, hinterließ er mächtige Moränen, wie wir sie zwischen Gehren und dem Wirtshaus von Lechleiten finden; in dem engen Lechtal dagegen sind die hinterlassenen Spuren äußerst gering. Bis zu einer Höhe von 1500 m fand ich hier und da auf der Hauptdolomitunterlage des Biberkopfmassivs kleine Stücke stark verwitterter Juragesteine, die wohl nur der Gletscher hingebracht haben konnte. Als gut kartierbare Moränenablagerung des Lechgletschers ist nur eine hervorzuheben, nämlich an der Serpentine, die die neue Straße zwischen Steeg und Lechleiten macht. Wie südlich des Rauhgern finden sich auch hier nur geritzte Kalkgerölle, keine Gesteine aus den Zentralalpen. Die Moräne hier ist kiesig, tonarm und mit fluvialen Lechschottern vermischt. Die Arbeiten an der neuen Straße haben auch einen kleinen Gletscherschliff auf Plattenkalken freigelegt, der jedoch wohl bald wieder verschüttet sein wird. Im weiteren Verlauf kann man nur noch die erodierende Tätigkeit des Gletschers an den häufigen Terrassen der linken Talseite sowie an einem einzelnen Rundhöcker an der Kirche von Holzgau vermuten.

So gering wie diese Spuren des Hauptgletschers sind, so hervorstechend sind die der vielen kleinen Seitengletscher, die in den höheren Regionen zwischen den kleineren, ausstrahlenden Gebirgskämmen eine große Anzahl von Karen hinterließen. Daß diese kleinen Gletscher Schwankungen unterlegen sind, zeigt die häufige Ausbildung von Kartreppen, wie sie sich schon auf dem Kartenbild erkennen lassen. Besonders typisch sind sie in der Südabdachung der Hornbachkette ausgebildet. Penck setzt die Entstehung solcher Treppenkare in die postglaziale Übergangszeit. Im obersten dieser Kare ist mehrfach ein kleiner See mit deutlichen Seealluvionen (Sanden) erhalten. Die von diesen hochliegenden Seitengletschern herrührenden Moränen bestehen aus Hauptdolomit, der ja die meisten Gipfelpartien aufbaut. Da die transportierende Kraft sowie der zurückgelegte Weg nicht groß waren, wurden den harten Hauptdolomitbrocken keine Schrammen und Ritzen beigebracht. Aus diesen Gründen ist es oft schwer, die Moränenreste von dem Gehängeschutt zu unterscheiden. Noch schwerer wird die Unterscheidung, wenn es sich nicht um ausgesprochene Moränen, sondern um diluvialen Eis- oder Firnschutt handelt. An einigen Stellen sind die Moränen aber noch in sehr charakteristischer Form erhalten geblieben. So liegt eine typische Seitenmoräne oberhalb des oberen Sattelbaches östlich der Ellenbogenspitze. Typische Stirnmoränen, die Zeugen der letzten Existenz der Gletscher, finden sich im Hermannskar.

im Öfnerkar, oberhalb der Peischel und in der Winternis. Rundhöcker lassen sich in den Karen oft beobachten.

Schulzes Vermutung, daß eine, wenn auch unbedeutende Verbindung des Lechgletschers mit dem Trettachgletscher über das Mädeljoch stattgefunden hätte, kann ich nicht teilen. Der gekritzte Hauptdolomit im Kessel der Kemptener Hütte, der ihn zu der Vermutung brachte, wird wohl doch von einem kleineren Lokalgletscher stammen. Wenn wirklich im Maximum der Eiszeit hier eine Verbindung gewesen wäre, so dürfte sich das Moränenmaterial während der ganzen übrigen Eiszeit kaum erhalten haben. In dieser aber flossen die Gletscher wie die heutigen Bäche. Roßgumpen- und Schochenalptal-Gletscher vereinigten sich an der untern Roßgumpenalp, um gemeinsam das Höhenbachtal hinabzufließen. Der Schochentalgletscher beschrieb einen rechten Winkel zum Lech hin und hinterließ da, wo er sich staute, auch Moränenmaterial; so findet man auf dem Wege von Holzgau zur Kemptener Hütte bei 1550 m auf der Hauptdolomitunterlage noch Gosau- und Kössener Brocken, die nur aus dem oberen Schochental stammen können.

In der diluvialen Zeit hat auch die Übertiefung des Lechtales gegenüber den Seitentälern stattgefunden, wodurch die Steilstufen der Seitentäler, die Wasserfälle und tiefen Schluchten der heutigen Seitenbäche vor ihrer Mündung in den Lech bedingt sind.

Den großen Bergsturz, der von den steilstehenden Rätschichten ins Lechtal bei Hägerau niedergegangen ist, dürfte man für jungdiluvial halten in Anbetracht des stark verwitterten, feinen bis lehmigen Materials, in dem die größeren Blöcke eingebettet liegen. (Siehe Taf. IV Fig. 2.)

Zu erwähnen wären hier noch zwei große Hauptdolomitblöcke, die in der Umgebung des Marcherloches dem Fleckenmergel aufliegen. Der eine bildet die Hornspitze, der andere liegt noch tiefer, bei den Mitteltälern. Beide stammen aus der Hauptdolomitdecke, die den Fleckenmergel des Marcherloches bedeckte, und deren Fortsetzung im Süden und Norden die Liaswände heute noch krönen. Zur Diluvialzeit sind die Blöcke transportiert und in ihre heutige tiefe Lage gebracht worden.

Alluvium.

Unter den alluvialen Bildungen hat der Gehängeschutt den größten Anteil, und zwar liefert der Hauptdolomit die meisten und größten Schutthalden, die hell verwitternd, von weitem gesehen, Schneefeldern gleichen. Kartiert ist der Gehängeschutt

nur da, wo er das anstehende Gestein völlig verdeckt. Fluß- und Bach-Alluvionen spielen keine große Rolle. Die des Leches werden vielfach beschränkt durch die Schuttkegel, welche die Bäche bei ihrer Einmündung in das Lechtal bilden; auf einem solchen liegt auch Holzgau. Größere Bergstürze mit sicherem postglazialen Alter sind von der Nordwand des Wilden Kasten und der Wildmahdspitze, von der Wand an den Bitzen, an der kleinen Steinschachte, sowie bei Walchen im Lechtal niedergegangen. Ein kleinerer Ferner liegt an der Südseite der Mädele-Gabel.

Tektonik.

Die im stratigraphischen Teil beschriebenen Sedimente sind innerhalb des beschriebenen Gebietes nirgends in ruhiger Lagerung anzutreffen; überall sind sie von der gebirgsbildenden Kraft beeinflußt worden. Unter den daraus resultierenden Faltungen machen sich die Mulden und Muldenflügel besonders bemerkbar, während die Sättel weniger stark in die Erscheinung treten. Am charakteristischsten für die Tektonik des Gebietes ist das Vorhandensein vieler Längsstörungen, d. h. solcher, die mehr in der Streich- als in der Fallrichtung der Schicht- und Faltenzüge verlaufen. Sie fallen gen Süden ein, und ihr Hangendes ist durchweg älter als das Liegende. Wir haben es also mit Überschiebungen zu tun. Weniger gut als diese markieren sich die Querstörungen, weil ihre Wirkungsart und Weite nicht so bedeutend ist wie die der Längsbrüche. Wie stark aber die Kalkzüge auch von kleineren Querbrüchen durchsetzt sind, zeigen die Aufschlüsse an der neuen Straße von Steeg nach Warth. Bild 1 läßt Blattverschiebungen erkennen, die durch die Sprengarbeiten bloßgelegt worden sind. Dieselbe Kössener Mergelbank mit welliger Oberfläche ist viermal immer um 1—2 m nach Norden vorgeschoben worden. Ähnliche kleine Störungen durchsetzen wohl das ganze Gebirge, nur sind sie, da solch gute Aufschlüsse selten, nicht immer zu beobachten.

Unter den Überschiebungen hebt sich durch größere Schubweite und seitliche Ausdehnung die nördlichste hervor, die den Allgäuer Hauptkamm auf die Fleckenmergel der Allgäuer Schubmasse schiebt. Rothpletz hat den Verlauf dieser großen Lechtaler Überschiebung nach Ost und West beschrieben und ihre Bedeutung als eine Begleiterscheinung zu der großen rätischen Überschiebung hervorgehoben. (Alpenforschungen II.)

Schulze gab eine Detailbeschreibung ihres Durchganges durch den Allgäuer Hauptkamm für das bayrische Gebiet.

Sehen wir uns hier zunächst den in das behandelte Gebiet fallenden Teil der Allgäuer Schubmasse und den Verlauf der Lechtaler Überschiebung an, um dann zu der Lechtaler Schubmasse überzugehen.

Fig. 1.

Blattverschiebungen einer Kössener Bank an der neuen Lechstraße.

Die Allgäuer Schubmasse.

Der auf das behandelte Gebiet fallende Anteil der Allgäuer Schubmasse ist von geringer Ausdehnung, nur mit einzelnen Zungen greift sie über den Allgäuer Hauptkamm ins Tiroler Land hinein. Sie besteht hauptsächlich aus Liasfleckenmergel, der sich in vielen Falten übereinander türmt. Zwischen Märzle und Hornbachjoch erreicht er seine stärkste Ausdehnung, baut er doch hier die Wände von Kreuz- und Rauh-Eck auf, aus der Tiefe des Marchertales bis zu einer Höhe von 2385 m reichend. Nur die tiefste Sohle des Tales wird von den fast eben lagernden Triasschichten gebildet. — Hier unten am Hager zeigt sich wieder deutlich die Dislokationslinie, die Schulze für das Dietersbachtal annimmt, und die zwischen

Rauh- und Kreuz-Eck den Gebirgskamm treffen soll. Auf der Tiroler Seite hat sie das tief in den Fleckenmergel eingerissene Helletal verursacht. Unten im Hornbachtal disloziert sie die Kössener Kalke und schneidet zu gleicher Zeit eine kleine Längsstörung ab, die die oberen Kössener Kalke direkt auf den Hauptdolomit legt. In die Lechtaler Schubmasse scheint sie sich nicht fortzusetzen.

Auch der Liaszug der Allgäuer Schubmasse im Westen des Gebietes ist gefaltet. Er bildet den Kern einer von SW nach NO streichenden, nach NW überkippten Mulde, die auf beiden Flügeln von Triassätteln begleitet wird. Dem nordwestlichen Sattel, der den Rauhgernrücken bildet, lagert jedoch der Fleckenmergel nicht ungestört auf; zwischen beiden Formationen verläuft vielmehr parallel zum Rauhgern eine Störungslinie, längs welcher der Lias der Trias aufgeschoben wurde. Hierdurch erklärt sich das unvollkommene Auftreten und stellenweise gänzliche Fehlen des oberen Rät zwischen Lias und Hauptdolomit im Süd-Osten des Rauhgern. Die südöstliche Triasantiklinale wird dargestellt durch obere Kössener Kalke, deren überkippte Sattellagerung am besten bei Lechleiten ausgebildet ist, wo ihnen noch roter Lias umgelagert liegt, während man in einzelnen Höhlungen unterm Kalkfels den aus Kössener Mergel gebildeten Sattelkern erkennen kann. Diesem Kössener Kalkzug ist die Lechtaler Überschiebungsmasse aufgelagert. Oberhalb Lechleiten ist der Verlauf der Überschiebungslinie oft schwer zu erkennen, da die übergeschobenen Plattenkalke auch einen überkippt liegenden Sattelkopf bilden, wodurch, wenn man den weitern Verlauf nicht berücksichtigt, man in Versuchung gerät, sie als den innersten Kern der eben erwähnten Antiklinale anzusprechen; sie also noch zur Allgäuer Schubmasse nimmt. (Taf. I Profil VI—IX.)

Mehrere Querstörungen, von denen einige beide Schubmassen beeinflussen, treffen diese Faltenzüge senkrecht zu ihrem Streichen. Am stärksten markiert sich die östlichste dieser Verwerfungen; diese verlegt die Lechtaler Überschiebungslinie an der Hundskopfalm um 200 m nach Norden und schneidet den Kössener Kalkzug ab. Nur in einer Mächtigkeit von 1—2 m setzt sich dieser noch in die Nordwand des Biberkopfes fort, wo er schließlich ganz auskeilt, so daß der Hauptdolomit des Biberkopfes direkt dem Fleckenmergel auflagert. Bei Besprechung der Lechtaler Schubmasse komme ich auf diese Verwerfung noch zurück.

Außer den aus der Schulzeschen Arbeit schon bekannten Komplexen der Allgäuer Schubmasse, denen an der schwarzen

Milz und der großen Steinscharte, ist hier noch ein kleines Fleckenmergel-Terrain zu nennen, das zwischen Hochrappenkopf und Biberkopf südlich des Punkts 2820 den Grat bildet. Während vor und hinter ihm der Hauptdolomit sich tiefer in den Fleckenmergel eingrub, preßte sich hier ein Stück des basalen Gesteins nach oben und konnte so leicht von der zerborstenen Hauptdolomitdecke durch Erosion befreit werden. (Taf. I Profil V.)

Die Lechtaler Überschiebung.

Schon von weitem läßt sich die Lechtaler Überschiebung in den unbewaldeten Höhenregionen da erkennen, wo die harten Triasgesteine auf die weicheren, Grasgehänge bildenden Liasmergel geschoben sind. Im Osten des Gebietes sind die Täler des Horn- und Jochbaches durch die hier aus Hauptdolomit bestehende Lechtaler Überschiebungsmasse hindurch in die basalen Fleckenmergel eingeschnitten, so daß an beiden Talgehängen die Überschiebungsflächen zutage treten. Unterhalb Hinterhornbach vereinigen sie sich wieder. Zwischen den beiden Tälern ist der Hauptdolomit des Kanzberges und der Jochspitze als Rest der Decke stehen geblieben. (Siehe Taf. I, tektonische Karte und Profil I.) Während Richthofen noch diesen schwimmenden Dolomit für autochthon hielt (Profil XIV Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol; J. d. K. K. g. R. 1862) und die Tektonik durch Zusammenschiebungen aus Nord und Süd zu erklären suchte — die in seinem Profile eingezeichneten, im Gehänge unter dem bewußten Hauptdolomit heraustretenden Kössener Schichten fehlen in Wirklichkeit vollständig — deutete Gümbel schon den Zusammenhang der verschiedenen Dolomitpartien an und sprach aus, daß, wie zahllose Rutschflächen am Hornbachjoch erkennen ließen, die abnorme Lagerung des Hauptdolomits auf dem Fleckenmergel einer Überschiebung ihre Entstehung verdanken müsse. (Das bayrische Alpengebirge und sein Vorland. 1861. Seite 311.)

Heute, wo durch die Arbeiten Rothpletz' der Verlauf der großen Überschiebung in dieser Gegend nachgewiesen ist, fällt es leicht, die Lagerung richtig zu deuten; ein schöneres Schulbeispiel einer Überschiebung läßt sich kaum denken; kann man sie hier doch in einer Quererstreckung von mindestens 7 km Luftlinie verfolgen. Wenn man dazurechnet, daß sie hier an ihrem südlichsten Aufschluß noch verhältnismäßig flach liegt, so kann man ihr eine noch weit größere Erstreckung zusprechen.

Von allen Überschiebungsflächen, die das Gebiet durchsetzen, ist die Lechtaler Überschiebungsfläche die einzige, an

der man eine deutliche Wellenbewegung beobachten kann. Unter der Hornbachkette tritt sie gen Norden ansteigend hervor, um sich dann zum Kanzberg hin zu senken; parallel zum Hornbach läuft die Achse des so beschriebenen Sattels der Fläche. Weiter nördlich setzt sie über den Jochbach in viel tieferem Niveau als vorher über den Hornbach. Bei ihrem nördlichen Austritt aus dem Hochvogelmassiv hat sie sich wieder gehoben. (Taf. I Profil I.)

Wie es das Aufhören der Liaszunge im Hornbachtal unterhalb Hinterhornbach anzeigt, erhebt sich die Schubfläche in ihrer Längsrichtung von Osten gen Westen, um am Kreuz- und Rauh-Eck ihren Kulminationspunkt zu erreichen. Hier entgingen auf dem Fleckenmergelkamm nur zwei kleine Reste der Decke der Erosion. Weiter gen Südwesten sinkt die Fläche langsam und unterliegt den aus den Schulzeschen Profilen ersichtlichen Biegungen. Alle die Wellenbewegungen, Unregelmäßigkeiten und Sprünge, die die Überschiebungsfläche heute zeigt, wird sie teils den bei ihrer Entstehung vorhandenen Unebenheiten des basalen Gebirges, teils einer späteren, schwächeren tektonischen Beeinflussung verdanken.

Westlich des Biberkopfes steigt die Schubfläche mit steilerem Fallen bis ins Lechtal hinab. (Taf. I Profil VI—IX.) Nach ihrem Übergang über den Krumbach, wo eine Strecke lang Kössener auf Kössener geschoben sind, wird die Lechtaler Überschiebung östlich des Fleckens Teschenberg von einer Querverwerfung abgeschnitten und verlegt; sie dürfte ihre Fortsetzung in einer der Aarhorn-Überschiebungen haben, die Mylius auf seiner Karte zeigt. Die erwähnte Querstörung streicht vom Schrofenpaß herüber und läßt die oberen Kössener Kalke östlich von Teschenberg an die Fleckenmergel, auf denen dieser Ort selbst steht, stoßen. Mylius, der wohl das hier besprochene Gebiet nicht genau kannte, konnte den Zusammenhang nicht übersehen und zog diese Verwerfung auf seiner Karte nicht aus. Aus demselben Grunde erkannte er auch das Vorhandensein der Überschiebung in den Teschenberger Kalken nicht. Den Namen Lechtaler Überschiebung gab Mylius einer Längsstörung, die südlicher als diejenige von Lechleiten und Aarhorn ausstreicht; da sie Arlbergrauhwacke auf Fleckenmergel schiebt, will ich sie hier Rauhwacken-Überschiebung nennen. Durch die punktierte Linie im Süden des Lechs deutet er an, daß er die Fortsetzung dieser Rauhwacken-Überschiebung nach Osten zu im Nordhang der Höll- und Mittagspitze vermutet. Soviel ich bei einigen kursorischen Begehungen des in Frage kommenden Gebietes südlich des

Lechs sehen konnte, biegt aber diese Rauhwacken-Überschiebungslinie bei Stubenbach nach Süden zum Wöster hin um, hat also keinen Zusammenhang mit der sich weithin markierenden Abspaltungslinie an der Höllenspitze; letztere ist die Fortsetzung der weiter unten zu besprechenden Ellbogner Überschiebung, die sich zwischen die Rauhwacken-Überschiebung und die Lechtaler Überschiebung einschaltet. Eine völlige Klärung dieser Verhältnisse dürften wohl die in Aussicht stehenden Blätter der K. K. Geologischen Reichsanstalt in Wien bringen, die Herr Ampferer zurzeit bearbeitet.

Die Lechtaler Überschiebungsmasse.

Der auf das kartierte Gebiet entfallende Teil der Lechtaler Überschiebungsmasse gleicht sich insofern in seinen Teilen und Schuppen, als das Streichen und Fallen der Schichten nur wenig voneinander abweicht. Mit Ausnahme weniger Dolomitpartien bei Steeg und im Holzgauerwald fallen alle Schichtkomplexe, sei es in einfacher Lagerung, sei es in überkippter, nach Süden ein, und sie streichen in nicht allzu sehr von der Ost-West-Linie abweichenden Richtungen. In dem nur auf der tektonischen Karte befindlichen Gebietsteil ist das Verhalten insofern ein anderes, als die Schichten des Kanzbergs, Wilden- und Hochvogelmassivs gleich der Schubfläche leicht gewellt sind und die Bewegungen der Schubfläche mitmachen; also auch den nach Norden fallenden Flügel eines Sattels darstellen. Zum Nordrand des Massivs hin, wo die Schubfläche wieder ansteigt, fallen die Dolomitbänke fast senkrecht gen Norden, um sich dann steil zu mulden. —

Die Lechtaler Schubmasse setzt sich wieder aus einzelnen Schuppen zusammen, deren Schubflächen durchweg steiler einfallen als die der nördlichen großen; auch Schubweite und Erstreckung bleiben weit hinter denen der Lechtaler zurück. Von Nord nach Süd folgen sich Allgäuer Hauptkamm-Schuppe, Ramstall-Schuppe, Ellbogner Schuppe und Burkopf-Schuppe aufeinander, in welcher Reihenfolge sie in folgendem näher betrachtet werden sollen.

Die Allgäuer Hauptkamm-Schubmasse.

Am Wilden Mann schwenkt das Streichen des Hauptdolomits, der den Allgäuer Hauptkamm krönt, nach zwei Richtungen auseinander. Im Osten dieses Punktes streichen die Schichten ungefähr N 75 O, welche Richtung sie in der Hornbachkette

durchschnittlich beibehalten; es entspricht dies Streichen ja auch dem Verlauf des Gebirges in dieser Richtung. Das immer südliche Einfallen ist im Süden der Dolomitpartien am stärksten: zum Hornbachtal hin legen sich die Schichten langsam zu dem großen oben erwähnten Sattel um, der am Nordabfall des Wildem und Hochvogelmassivs in eine steilstehende Mulde umbiegt. (Profil I.) Die in dieser Mulde lagernden Plattenkalke und Kössener Mergel, die Rothpletz' Profil (Geologische Alpenforschungen II. Fig. 17) am Wiedener Kopf zeigt, dürften ihre weitere Fortsetzung in dem von Schulze beschriebenen Kössener Zug im Nordabfall der Hochfrott-Spitze und der Trettach haben.

Im Westen des Wilden Mann ist die Durchschnittsrichtung der Dolomitbänke N 60 W, was gar nicht dem Verlaufe des Gebirgskammes entspricht. Dieser wendet sich nach Südwesten. Gümbel erklärt dies durch „steile Verrückungen, welche die einzelnen Dolomitpartien treppenförmig immer etwas nach Norden vorschieben". (Das bayrische Alpengebirge und sein Vorland. Seite 310.) In der Tat ist dieser Gebirgsteil von verschiedenen Längsbrüchen durchsetzt, die diese Wirkung ausüben. Schulze wies einen an der Rotgrundspitze nach, ein zweiter verläuft südlich und parallel zum Kamm von Hochrappenkopf und Rappenseekopf; er wird angezeigt durch eine tiefe Schuttrinne mit Trichtern, die unvermutet im Plateau des Hauptdolomits sich einstellt. Parallel zu dieser Linie zerriß ja auch die Hauptdolomit-Decke, so daß, wie vorher beschrieben, der basale Fleckenmergel sich in die Decke einpressen konnte. (Taf. I Profil V.) Auch auf verschiedene andere diesen Dolomitkomplex treffende Längsstörungen komme ich weiter unten zu sprechen.

Vor Lechleiten wenden sich die überschobenen Schichten wieder einer Nord-Ost-Richtung zu. Ist auch das Fallen durchweg ein südliches, so ist dadurch eine gefaltete Lagerung der Schichten dieser Schuppe nicht ausgeschlossen. An mehreren Stellen lassen sich noch überkippte Sättel erkennen, die zum Teil den Kopf der Schubmasse bilden. (Taf. I Profil VIII.) Fig. 1 der Tafel IV zeigt die Plattenkalke östlich und oberhalb Lechleiten in dieser Lagerung; im Hintergrunde sieht man auf ihm die SW-Flanke des Biberkopfes. In dessen Nordwand sowohl wie von der Winternis aus in seinem Ostgrat sind ähnliche Biegungen zu beobachten. An letzter Stelle, ungefähr bei Punkt 2385,6 des Kammes zum Hochrappenkopf hin, folgt auf den überkippten Sattel eine Einmuldung von Plattenkalken in den Dolomit. (Taf. I Profil V.)

Eine kleine Partie Plattenkalke, in die der Dolomit des Ilfenkares in der Hornbachkette nach unten zu übergeht, zeigt auch an, daß das Liegende des Hauptdolomits nicht immer zu unterst liegt, sondern daß auch hier kleinere Überfaltungen in den geschobenen Massen vorliegen. —

Nicht einfach eingefaltet, sondern durch Abspaltungen in den Dolomit eingepreßt liegt ein Zug Kössener Mergel in der Nordwest-Schulter des Biberkopfes. Im Westen sind die unter ihm lagernden Plattenkalke noch zum Teil vorhanden, während sie an den andern Kontaktstellen fehlen, was eben das Vorhandensein von Längsstörungen beweist. (Profil VI.) Diese werden zur Hundskopfalm hin von der schon oben erwähnten Querverwerfung abgeschnitten, die hier den Austritt der Lechtaler Überschiebung nach Süden verlegt. Nach Osten erstreckt sich der Mergelzug in die Nordwand des Biberkopfes, wo er zuletzt auskeilt; es schiebt sich dort wieder Dolomit auf Dolomit. Wahrscheinlich setzte sich dieser Kössener Zug ursprünglich in die Plattenkalke zwischen Biber- und Hochrappenkopf fort.

Die hangenden Formationen des Allgäuer Hauptkamm-Dolomits liegen nur zum Teil ungestört auf; zum Teil werden sie von kleinen Längsstörungen getroffen, die das eine oder andere Formationsglied verschwinden lassen. So fehlen oberhalb des Lärchkopfes die obern Kössener Kalke, südlich des Hohen Lichtes an mehreren Stellen die Plattenkalke. (Taf. I Profil IV.) Querverwerfungen schneiden die dies verursachenden Längsbrüche meist ab; die größte unter den ersteren quert das Schochenalptal am Seeköpfle. Sie verlegt den ganzen rätischen Kalkzug vom Nordhang des Tales zum Südhang hinüber; im selben Sinne, wenn auch viel schwächer, macht sie sich in der südlich folgenden Schuppe noch bemerkbar. Diese Querstörung entspricht in bezug auf die Stärke der Wirkungsweise einigermaßen der Trettachverwerfung, die nach Schulze östlich des Mädelegabelgipfels den Kamm trifft. Da sie aber in entgegengesetzter Richtung gewirkt hat, könnte man in ihr die Fortsetzung der Trettachverwerfung nur dann sehen, wenn man eine Scharnierbewegung annehmen will, deren Drehungspunkt ungefähr bei der Mädelegabel läge. Dasselbe ist zu sagen für die Verwerfung, die westlich des Lärchkopfes Hauptdolomit und Fleckenmergel nebeneinander rückt.

Der Liaszug, der vom Hochalptal zum Schochental hinübersetzt, ist in zwei nach Norden überkippte Falten gelegt, deren Sattelkerne, die oberen Kössener Kalke, als zwei lange dünne Züge aus den Fleckenmergelhängen des Schochentales hinausschauen. (Profil III.) Daß diese Kalke wirkliche Sattelköpfe

bilden, läßt sich an dem untern Zug östlich vom Hochschuß an der Schichtbiegung direkt erkennen; noch besser sieht man es aber in der Rinne, die von den Rottennen nach Nordosten hinabführt. Parallel zur Rinne hat eine Verwerfung den Kössener Zug getroffen und im Osten gesenkt, so daß in der Fleckenmergelrinne selbst keine Kössener Kalke, wohl aber noch ein kleiner Rest des roten Liaskalkes als Sattelkern zutage tritt. Diese Falten des Liaszuges nehmen am obern Ende des Schochenalptales auch die Gosaukreide auf. In doppelter nach Norden überkippter Mulde gelagert, baut sie den Grat zwischen Hohem Licht und Peischelspitze auf. (Profil IV.) Die Ausläufer dieser Muldenkerne findet man im Osten am Hochschuß, im Westen oberhalb des Greinertales noch erhalten. Im Hochalptal tritt noch einmal ein Sattelkern der besprochenen Falten auf; steilstehende Kössener Kalke ragen im Bachbett des obersten Biberbaches aus den Liasschiefern hervor.

Im weiteren Verlauf nach Westen wird das Auftreten des Rät unter dem Lias durch zwei Längsbrüche gestört. Dem Fleckenmergelzug, der normal der Trias des Hohen Lichtes folgt, ist in den tiefern Talhängen einer Serie von Hauptdolomit, oberem Rhät und Lias steil aufgeschoben; über letzterem liegt wiederum Hauptdolomit und Plattenkalk. Die dies verursachenden Längsstörungen — ich nenne sie nach den Namen der übergeschobenen Dolomithänge Schattmer- und Greiner-Überschiebung — werden im Südosten von der größeren, südlich folgenden Ellbogner Schuppe verdeckt. Nach Westen zu verschwinden sie im Schutt des Hochalpbaches. Unter diesem Schutt verläuft parallel zum Bach eine Querstörung, die im Osten den Hauptdolomit hob, verschob und ihn an Stelle von Kössener und Lias treten ließ. Durch sie beeinflußt, treten auch die Überschiebungen auf der rechten Seite des Baches südlicher auf als auf der linken. Die Ellbogner Schuppe wird von dieser Querstörung nicht mehr getroffen. Die Fortsetzungen der Schattmer-Überschiebung sowohl wie der Abspaltung, die am Südwestgrat des Hohen Lichtes die Plattenkalke verschwinden läßt, durchsetzen das Hauptdolomitmassiv des Biberkopfes selbst und gehören mit zu den steilen Verrückungen Gümbels (s. S. 19). Oberhalb der Quelle in der Winternis, die vermutlich ihr Reservoir in der großen dort liegenden Stirnmoräne hat, kann man den Durchgang der Schattmer-Überschiebung am Wechsel der Streich- und Fallrichtung der Schichten des Süd-Ost-Ausläufers der östlichen Biberkopfgrates wahrnehmen. (Profil V.) An der Südwestkante dieses Berggipfels, östlich über der Hundskopfalm, tritt sie wieder deutlicher hervor, da sich hier Plattenkalke

und noch tiefer auch Kössener Mergel unter ihr einstellen. Sie zieht zum Lech hinab, den sie 300 m unterhalb der Krumbachmündung kreuzt. (Profil VI—VIII.) Am Lech haben sich Plattenkalke und Kössener vor der steilstehenden Schubfläche gemuldet.

Die Greiner-Überschiebung ist durch die Hochalpbach-Verwerfung bis zur Ablesplaisrinne hin verlegt worden. In ihrem weiteren Verlauf über den Süd-Ost-Ausläufer des Biberkopfes hin stellt sie ein gar kompliziertes tektonisches Bild

Fig. 2.

Gesteinsstück von der Ablesplaisscharte. b = Tektonische Breccie aus Dolomit und Kalk. K = Kössener Bank mit Korallen.

dar. Oberhalb der Ablesplaisrinne zersplittert sie nämlich in mehrere kleine Schüppchen und Schleppungen (Profil V), welche Kössener Kalke und Hauptdolomit übereinander abwechseln lassen. Wie sehr hier Kössener Kalk und Dolomit ineinander geknetet wurden, das zeigt ein hier gesammeltes Handstück. (Bild 2.) Es besteht aus korallendurchsetztem Kössener Kalk, in das ein länglicher Breccienfetzen von Dolomit- und Kalk-Bröckchen eingepreßt ist.

Da außerdem hier oben die überschobenen Liasmergel und Triaskalke noch gefaltet, überkippt und von zwei Querstörungen durchsetzt sind, ist es kaum möglich, ein genaues Kartenbild im Maßstabe 1:25000 zu geben. Profil V geht durch den höchsten Punkt der Kössener Kalke (2195) und zeigt in schematischer Weise die Schleppungserscheinungen.

Westlich der Ablesplaisscharte werden die Greinerschuppe und ihre Schleppungen teils von einer Querverwerfung angeschnitten, teils verschwinden sie unter der hier südlich folgenden Ellbogner Überschiebung.

Die Ramstall-Schuppe.

Die der oben beschriebenen Masse sich nächst südlich auflagernde Scholle tritt im Nordhang des Muttekopfes unter der Ellbogner Masse hervor, durch die am Hochschuß ihr weiterer Fortgang nach Südwesten verdeckt wird. Von hier zieht sich die Überschiebungslinie, die Züge des basalen Gebirges schief schneidend (Profil III), nach Osten zum Höhenbach hinunter, wo sie, durch die Rottennen-Verwerfung in steile Stellung gerückt, trefflich aufgeschlossen ist. Am Höhenbach kompliziert eine zweite kleine Überschiebung, im basalen Gebirge, vermutlich eine Schleppungserscheinung, die Verhältnisse noch; es findet sich hier der letzte basale Fleckenmergel. Wie er hier unten, so werden weiter oben und östlich im Westgehänge des Ramstallkopfes auch Kössener und Plattenkalke abgeschnitten. Es legt sich Dolomit auf Dolomit und türmt so die mächtige Masse der Hornbachkette auf. Die Krottenkopfscharte und die Putzscharte markieren den Durchgang der Trennungsfläche der beiden Dolomitzüge. Ihr weiterer Verlauf ist nicht mehr zu erkennen, während sie an der Putzscharte noch durch einen Wechsel im Fallen der Schichten (Profil II) und an der Krottenkopfscharte dadurch hervortritt, daß der basale Krottenkopf ruhig lagernde Schichten aufweist, die des geschobenen Ramstallkopfes dagegen verbogen, zerrissen und zerknittert sind. Die steile Nordkante des Krottenkopfes bietet dem Kletterer gute Tritte und Griffe, während auf dem Nordgrat des Ramstallkopfes er keinem Halte trauen kann, da hier alles zerklüftet ist.

Dem in dieser Schuppe das Liegende bildenden Hauptdolomite lagern in durchgehenden Zügen Plattenkalk, Kössener, roter Lias und Fleckenmergel auf, welch letztere östlich des Höhenbaches noch Aptychenschichten und Kreidemergel tragen. Von den größern und kleinern Querbrüchen, die diese Schichtzüge treffen, sei eine hervorgehoben. Sie läuft parallel zu dem Grate Kar Joch-Strahlkopf Rothorn. Der von ihr aus östliche Teil ist gesenkt und nach Norden verrückt. Auf Bild 2 der Taf. II, das den Südhang des Rothornes wiedergibt, ist dies gut zu sehen, da hier die weißen neben die roten Aptychenschichten gerückt sind. — In dieser Schuppe fallen die Schichten gen Süd und

streichen rechts des Höhenbaches in der Ost-West-Richtung, links von ihm N 60 0—N 70 0. Dieses Verhalten hat nur eine Ausnahme im Nordhang des Muttekopfes, da wo die Schuppe ihr westliches Ende erreicht. Weil die Schuppenfläche nicht genau parallel zu den Schichten der Decke streicht, sondern die hangenden Formationen schief schneidet, sind hier nacheinander Plattenkalke, Kössener, Mergel und Kalke an Stelle des Hauptdolomits getreten, der sonst die Basis dieser Scholle bildete. Die Kössener Schichten sind dabei zu einem deutlichen liegenden Sattel, dessen Achse N 10 W streicht, umgebogen worden. Auf der Aegerschen Karte ist das Umbiegen der aus der Wand fast senkrecht austretenden Schichten gut wiedergegeben. Während im übrigen das Streichen der Sättel und Mulden für eine Druckrichtung aus SSO spricht, tritt hier eine aus Osten wirkende Druckkraft hervor. Westlich dieses Kössener Sattels läuft die Längsstörung im Fleckenmergel weiter, um dann unter der südlichen Ellbogner Schuppe zu verschwinden.

Dadurch, daß die Ramstall-Überschiebung hier zuletzt zwischen diesen weichen Mergeln läuft, also nicht genau zu beobachten ist, ist kein guter Aufschluß dieser so interessanten Überschneidungsstelle zweier größerer Überschiebungen zustande gekommen, weshalb ich auch keine bestimmte Erklärung für die Entstehung dieser Überschneidung geben kann. Es wären zwei Möglichkeiten dafür vorhanden. Erstens: Die Ramstall-Überschiebung ist selbständig für sich entstanden und nur durch die südlichere Schuppe überholt und bedeckt worden. Sie hätte dann vermutlich ihre westliche Fortsetzung in einer der besprochenen Längsstörungen, die das Hochalptal queren. Zweitens: Ursprünglich setzte sich die heutige Ellbogner in die Ramstall-Überschiebung fort; dadurch aber, daß im Osten, in der Hornbachkette, sich harter Hauptdolomit auf Hauptdolomit legte, also das Schmiermittel der weichen Schiefer fehlte, kam hier die Bewegung zum Stehen. Der Druck aber wirkte noch fort und riß südlich eine neue Längsspalte auf, die spitzwinklig verlaufend am Hochschuß sich mit dem westlichen, sich weiter bewegenden Teil der ursprünglichen Überschiebung vereinigte und mit ihr zusammen die heutige Ellbogner Überschiebung bildet. Die Hochalptalstörungen hätten bei dieser Annahme keinen direkten Zusammenhang mit der Ramstall-Überschiebung.

Ellbogner Schuppe.

Während die Lechtaler Überschiebung ihre größte sichtbare Schubweite und flachste Lagerung im Osten des Gebietes hat, ist dies bei der Ellbogner Überschiebung im Westen der Fall. Wie wir im Schlußkapitel sehen werden, ist für diese Überschiebungen eine vorwiegend horizontale, aus Osten erfolgende Bewegung anzunehmen. Die flachen Lagerungen aber werden wohl durch einen auf Verkeilungserscheinungen zurückzuführenden südlichen Druck hervorgerufen sein. Da ist der Gedanke nahe, daß sich diese beiden Überschiebungen in dieser verschiedenen Anordnung der flachsten Stellen ausgleichen: die zwischen ihnen eingeschaltete Ramstall-Schuppe parallelisiert sich wohl irgendwie durch die kleineren Schübe im Hochalptal und Biberkopfmassiv. Am flachsten liegt die Ellbogner Schuppe dem zusammengedrückten Lias des Hochalpgrats auf; Fig. 2 Taf. IV zeigt letztern mit Peischel- und Ellbogner Spitze. (Profil IV.) Doch auch westlich von hier steht die Schubfläche weniger steil als an Muttekopf und Jochspitze, wo sie einen Winkel von 80° bildet.

Von der Höllspitze herkommend, quert diese Schublinie das Dolomitgehänge der Mittagspitze und setzt am Westrand des Aegerschen Kartenblattes über den Lech. An der neuen Straße ist sie, obgleich Dolomit auf Dolomit ruht, gut zu erkennen. Von einer Wasserrinne aufgeschlossen, sieht man hier die überschobenen Schichten an der ziemlich steilstehenden Dislokationsfläche einen deutlichen Hackenverschlag machen. (Profil VI.) Weiter oben im SW-Gehänge des Biberkopfmassivs stellen sich wieder Plattenkalke und Kössener auf dem basalen Dolomit ein; in einer Höhe von 1600 m schauen die Kössener Kalke als Fenster unter der hier sehr dünnen Dolomitdecke heraus. — In ununterbrochenem Fortgang erstreckt sich der überschobene Dolomit mit den ihm auflagernden Schichtserien von dem Südvorbau des Biberkopfes (Profil V) bis zur Wildmahdspitze hin.

Verwerfungen sind in diesem Schollenteil nur in den hangenden Kalkzügen zu sehen. An den Serpentinen der neuen Straße treffen sich zwei in spitzem Winkel. Das zwischen ihnen liegende Stück des Kalkzuges erscheint gehoben und nach Norden verschoben. Eine dritte Querstörung trifft den Kalkzug bei seinem Übergang über den Lech westlich von Prenten. Parallel zum Fluß verlaufend, schiebt sie die südwestliche Seite nach Nordwesten vor.

Von der Wildmahdspitze an senkt sich der Dolomit nach

Südosten und verschwindet im Südhang des Muttekopfes allmählich unter den hangenden Schichten. Oberhalb des Hochschusses schwenkt die Überschiebungslinie aus ihrer nordöstlichen Richtung in eine rein östliche um. Dem Dolomit am Schuppenkopf lagern sich hier die Kalke auf, die nun dem den Muttekopfgipfel bildenden Fleckenmergel aufgeschoben sind; wie es ein Wasserriß an der Zwerchwand gut erkennen läßt, steht die Schubfläche zwischen beiden hier sehr steil. Beim Abstieg ins Höhenbachtal wird die Überschiebung von mehreren Querstörungen getroffen, die ihren ursprünglichen Verlauf beeinflussen und ihre steile Neigung noch erhöhen. Oberhalb der Schutthalden des Höhenbachtales tritt der Dolomit in der Decke wieder zutage, er schneidet die basalen Lias- und Rätschichten schief ab. Die basalen Plattenkalke lassen, wie man von der Talsohle aus schon sehen kann, an der Schubfläche eine deutliche Schichtbiegung nach oben erkennen. Auf der andern Talseite tritt die Überschiebung viel schwächer in die Erscheinung. Hatte sie rechts des Baches noch eine Verdoppelung der Kössener Schichten hervorgerufen (Profil III), so ist links ihr Durchgang durch den einfach hinstreichenden Kalkzug nur undeutlich wahrzunehmen. Oberhalb des P. 1144 (Beim Stein) in der Talsohle ist sie zu erkennen; sie hebt die südlichen Kalkbänke sowie den roten Lias in ein höheres Niveau. Ihr weiterer Fortgang läuft in den Fleckenmergeln und wird zum Teil durch den Riß markiert, in dem der Wiesenbach fließt: ihre Wirkung ist in der größeren Mächtigkeit der Liasmergel deutlich zu erkennen. An dem Ursprung des Wiesenbaches unter der Jöchelspitze liegt infolge dieses Längsbruches der Fleckenmergel steil den Aptychenschichten auf, und etwas höher sind die untern Hornsteinbänke dem obern hellen Aptychenkalke zugesellt. Im Ostabfall des Gipfels markiert sie sich durch einen Riß in der Aptychenkalkwand. Noch weiter östlich liegen den Kreideschichten der Ramstallkopf-Schuppe, die den Giblerbach in sich aufnehmen, Aptychenschichten auf. (Profil II.) Doch zeigen die überschobenen Juraschichten durch ihre überkippte Lagerung an, daß die Überschiebung hier nur den südlichen Flügel einer schon vorhandenen überkippten Mulde, deren Kern die Kreideschichten bilden, noch verschoben und gehoben hat. Hier verläßt die Ellbogner Überschiebung das in Frage kommende Gebiet. Wie wir sahen, liegen nacheinander alle Formationen vom Hauptdolomit bis zu den Aptychenschichten an der Basis der Scholle, ein Zeichen, daß die Längsstörung durchaus nicht ganz parallel die Schichtzüge durchsetzt.

Die überkippt liegenden Aptychenschichten südöstlich der Jöchelspitze stoßen östlich der Ebene mit einer Verwerfung gegen die regulär lagernden obern Aptychenschichten, die ohne starke Faltung sich von der Jöchelspitze zum Schiggen hinunterziehen und dort den südlichen Kreidezug tragen.

Dieser Kreidezug, der die Aptychenschichten vom Hagerntal bis zum Holzgauer Wald begleitet, ist parallel zum Lech von einer neuen Schuppe von Aptychenschichten bedeckt. Die Terrasse des Gfäll wird von den weichen Kreideschiefern gebildet; der steilere Abfall der Terrasse zum Lech hin besteht aus den überlagernden obersten Juraschichten, die eine überkippte Mulde bilden. (Profil III.) Beim Butzig wird die Synklinale von einer Querstörung zerrissen und mit ihr auch die Schubfläche verworfen. Grüner Wiesenhang zeigt an, daß hier die basalen Kreidemergel bis an den Lech treten, während an der Dürrenauer Brücke schon wieder der Südflügel der übergeschobenen Hornsteinmulde ansteht. Im Osten und Westen verschwindet die Überschiebungslinie in den Schottern von Höhen- und Hagerbach; jenseits des Lechs ist von ihrem Fortgang nichts mehr wahrzunehmen, da hier die Burkopf-Schuppe sie verdeckt. Als einziger Rest der überkippten Juramulde steht südlich von Holzgau etwas Fleckenmergel unter der Dolomitschuppe an.

Die Burkopf-Schuppe.

Bei Prenten tritt der Lech zuerst in den vorbesprochenen Jurazug ein; von hier an hält er sich lange am Südfuß desselben. An zwei Stellen aber durchbricht er die nördlichsten Vorsprünge der südlich folgenden Hauptdolomitscholle, deren Schichten die steile Talwand von Steeg bis Stockach bilden. Richthofen bemerkt richtig (Seite 122. Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrb. K. K. Geol. Reichs-Anst., Wien 1862): „Der Fluß hält sich stets näher der Auflagerungsfläche und überschreitet sie mehrfach, so daß der Dolomit am Nordrand des Tales nur die schroffen Vorsprünge bildet, zwischen denen die sanften Gehänge der Allgäu-Schichten die Talsohle erreichen, wie bei Holzgau"; nur daß er die Aptychen- und Kreide-Schiefer auch als Allgäu-Schichten anspricht.

Den westlichsten und zugleich typischsten dieser Vorsprünge bildet der Burkopf bei Steeg, nach dem ich auch diese südlichste Schuppe des Gebietes benannt habe. In seinem Osten verdeckt auf große Strecken hin der Schotter und Schutt des Flußtales die Auflagerungsfläche selbst. Gegen-

über von Holzgau tritt sie am rechten Ufer einmal zutage; es liegt Hauptdolomit auf dem Fleckenmergel, den ich bei Besprechung der kleinen Gfäller-Scholle erwähnte. Bei Schönau tritt die Schubfläche dann wieder auf das linke Ufer über. Hauptdolomit und Plattenkalk des Holzgauer und Bengler Waldes bilden den zweiten der Vorsprünge.

Die Schichten der ganzen Schuppe sind stark gefaltet. (Profil II—IV.) An der Basis des Burkopfes liegen Plattenkalke, die gleich der tektonischen Fläche steil gen Süden fallen; der ihnen auflagernde Hauptdolomit legt sich am Lech bei Steeg nach Nord um. Jenseits des Lechs von Dürrenau bis Stockach bildet er einen gen Norden überkippten Sattel, dessen Kern ein schmaler Streifen Rauhwacke darstellt. Es liegt hier also eine zum Teil überkippte Faltung in der Decke vor, die sich auch im Holzgauer Wald-Vorsprung geltend macht. Unten am Lech fällt hier der Hauptdolomit wie bei Steeg gen Norden, kippt aber höher im Gehänge nach Süden um und nimmt, sich muldend, die rhätischen Kalke auf, die die Terrasse des Bengler-Waldes bilden. Oberhalb desselben liegt eine zweite Zunge von Kalken; beide fließen in einen Komplex nach Westen zusammen. Dieser Faltenzug liegt in den untern Teilen dem Schiggener Kreideflysch, in den höhern den überkippt liegenden Jura- und Kössener Schichten der Ellbogner Schuppe auf. Dichter Wald- und Wiesenwuchs sowie der Gehängeschutt erschweren an dieser Ostgrenze die genaue Kartierung sehr.

Schlußfolgerungen.

Wie wir sahen, ist der ganze hier behandelte Gebirgsteil von Schuppen aufgebaut, die in SWW nach NOO verlaufenden Grenzen aneinander stoßen und aufeinander ruhen. Die Querverwerfungen, die diese Schuppenstrukturen durchsetzen, sind zum größten Teil auf je eine Schuppe beschränkt, nur einzelne übersetzen die Längsstörungen und lassen so erkennen, daß sie einer jüngeren, der Überschiebungsperiode zeitlich nachfolgenden tektonischen Bewegung des Gebirges ihre Entstehung verdanken. Daß eine solche stattgefunden hat, zeigen auch die Wellenbewegungen, wie wir sie an der Lechtaler Überschiebungsfläche beobachtet haben.

In Anbetracht der Richtungen der Überschiebungen, ihres nördlichen Einfallens und des Umstandes, daß meist Älteres auf Jüngeres geschoben ist, ist man geneigt, anzunehmen, daß die Schubbewegung in vertikalem Sinne aus SSO kommend

vor sich ging. Für diese Annahme sprechen auch die vertikalen Schrammen, die ich im Höhenbachtal bei P. 1418 an der Sohle der Ellbogner Schuppe beobachtete, sowie der schon oben erwähnte Hackenschlag, den hier die basalen Plattenkalke nach oben zu machen. Es folgen sich nun aber in einer Luftlinien-Entfernung von ca. 7 km fünf größere Schuppen von S nach N aufeinander, wie es z. B. Profil III zeigt. Wenn nun wirklich die Bewegung, die hier dreimal den Hauptdolomit auf den Fleckenmergel, einmal die Kössener Kalke auf den Fleckenmergel legte, eine vertikale gewesen wäre, dann müßte in Anbetracht der Steilheit der Schubflächen durch diese Bewegung das Gebiet im Süden ganz enorm erhöht worden sein; resp. es hätte vor Eintritt dieser Aufrichtung der südliche Teil um mindestens 3000 m tiefer liegen müssen, als er es heute tut. Noch unmöglicher wird diese Vorstellung, wenn man die nördlicheren Überschiebungen, vor allem die große rätische Überschiebung, sowie die die Lechtaler Alpen durchziehenden, zahlreichen, südlicheren Schuppen mit in Rechnung zieht. Auch der Gedanke, daß nicht die hangenden Partien sich gehoben, sondern die basalen Teile sich unter die hangenden gesenkt und geschoben hätten, führt da zu keinem befriedigenden Resultat.

Nehmen wir aber an, daß auf den nach S einfallenden Schubflächen die Bewegung eine horizontale war und aus Osten erfolgte, so sind wir diesen unmöglichen Forderungen enthoben. Anzeichen für eine derartige Bewegung bestehen in einigen Schrammen, die ich an einer Längsstörung beobachtete. Südlich des Lechs bei Holzgau fand ich über dem Fleckenmergel auf der Hauptdolomitrutschfläche, die N 65 O streicht und 60° nach S fällt, Ritzstreifen, die 20° nach W fallen, sowie etwas von diesen entfernt horizontale Schrammen; ein weiteres Anzeichen bildet der hackenschlagähnliche, überkippte, von N nach S streichende Sattel, in den an der Basis der Ramstall-Schuppe die Kössener umgeschlagen sind. Was Rothpletz für die rätische und die sie begleitende Lechtaler Überschiebung nachgewiesen hat, eine fast horizontale von Ost gen West gerichtete Schubbewegung, scheint mir auch die Hauptkomponente der Bewegung der kleineren, innerhalb der großen Schubmasse gelegenen Schuppen gewesen zu sein.

Verkeilungsvorgänge, die innerhalb der ganzen Schubmasse entstanden und in ihrer nördlichen Hälfte einen Druck von S ausübten, haben dabei innerhalb des hier besprochenen Gebietes nur einen geringen Anteil an der Bewegung der Massen; auf sie mögen die einzelnen Anzeichen einer Südbewegung und die

wenigen flachsten Lagerungen der Schubflächen zurückzuführen sein. Die resultierende Kraft, die die Schuppen bewegte, erfolgte demnach aus SOO.

Literaturverzeichnis.

Bittner, A.: Brachiopoden der alpinen Trias. Abh. K. K. geol. Reichs-Anst. XIV. Wien 1890.

Böhm, J.: Die Kreidebildungen des Fürbergs und Sulzbergs bei Siegsdorf in Oberbayern. Palaeontographica **38,** 1891.

Böse, E.: Geol. Monographie der Hohenschwangauer Alpen. Geognost. Jahreshefte 1893.

— Über liassische und mitteljurassische Fleckenmergel in den Bayr. Alpen. Berlin 1895.

— Beiträge zur Kenntnis der alpinen Trias. Diese Ztschr. **50,** 1898.

v. Dittmar, A.: Die Contortazone. München 1864.

Douvillé, H.: Études sur les Rudistes. Mém. Soc. Géol. de France 1890.

Egger, J. H.: Foraminiferen der Seewener Kreideschichten. Sitz.-Ber. K. bayr. Akad. d. Wissensch. 1909.

Escher von der Linth: Geol. Bemerkungen über d. nördl. Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. N. Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. 1853.

Felix, J.: Studien über die Schichten der Oberen Kreideformation i. d. Alpen u. d. Mediterrangebiet. II. Teil: Die Kreideschichten bei Gosau. Palaeontographica **54,** 1908.

v. Fischer-Ooster, C.: Die fossilen Fucoiden der Schweizer Alpen. Bern 1858.

Fraas, E.: Szenerie der Alpen. Leipzig 1892.

Fucini, A.: Ammoniti del Lias medio dell' Apennino centrale esistente nel Museo di Pisa. Estratto della Palaeontographica Italica. Vol. V. VI. 1899—1900.

— Synopsis delle Ammoniti del Medolo. Pisa 1908.

Fuchs, T.: Über die Entstehung der Aptychenkalke. Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. **76.** Wien 1877.

— Studien über Fucoiden u. Hieroglyphen. Wien 1895.

Geyer, G.: Die mittelliassische Cephalopodenfauna d. Hinter-Schafbergs in Oberösterreich. Abh. K. K. geol. Reichs-Anst. H. 4. Wien 1893.

v. Gümbel, K. W.: Geognost. Beschreibung des bayr. Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha 1861.

v. Hauer, F.: Über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde i. d. n. ö. Alpen. Jahrb. d. geol. Reichs-Anst. Wien 1853.

Haug, E.: Beiträge zu einer Monographie der Ammonitengattung *Harpoceras.* N. Jahrb. f. Min. Beilage-Bd. III. 1885.

Heer, O.: Flora fossilis Helvetiae. Zürich 1876.

Hesse, E.: Die Mikrostruktur der fossilen Echinoideenstacheln u. d. systemat. Bedeutung. N. Jahrb. f. Min. Beilage-Bd. XIII. 1899—1901.

Hovelacque, M.: Album de microphotographies de roches sédimentaires. Paris 1900.

Knauer, J.: Geol. Monographie des Herzogstand-Heimgarten-Gebietes. München 1906.

Lorenz, T.: Geol. Studien im Grenzgebiet zwischen Helvetischer und Ostalpiner Facies. II. Teil: Südl. Rhätikon. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. B. XII. 1901.

Leuchs, K.: Die Geol. Zusammensetzung und Geschichte des Kaisergebirges. Ferd. Zeitschrift. III. Folge. 51. Heft. Innsbruck.

Marsson, Th.: Die Foraminiferen der weißen Schreibkreide der Insel Rügen. Aus d. Mitt. d. naturw. Vereins für Neuvorpommern und Rügen. X. Greifswald 1878.

— Die Bryozoen der weißen Schreibkreide der Insel Rügen. Pal. Abh. IV. Bd. H. 1. Berlin 1887.

v. Mojsisovics, E.: Aus den vorarlbergischen Kalkalpen. Verh. K. K. geol. Reichs-Anst. Wien 1872.

— Beitr. zur topischen Geologie der Alpen, 3. der Rhätikon (Vorarlberg). Jahrb. d. geol. Reichs-Anst. XXIII. Wien 1873.

Mylius, H.: Die geol. Verh. d. hinteren Bregenzer Waldes i. d. Quellgebieten d. Breitach u. d. Bregenzer Ach bis südlich zum Lech. Geograph. Gesellsch. in München. H. V. 1909.

Oppel, A. und Suess, E.: Über die mutmaßlichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben. Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. Wien 1856.

Oppel, A.: Paläontol. Mitteil. aus d. Museum des bayr. Staates. 1862. III. Über jurass. Cephalopoden.

d'Orbigny, A.: Paléontologie française. Terrains jurasiques. Paris 1842—1849. Terrains cretacées. 1850—1852.

Penck, A.: Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Leipzig 1882.

— Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894.

Penck A. und Brückner E.: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901.

Pergens, E.: Révision des Bryozaires du Crétacé figurés par d'Orbigny. Première Partie. Bulletin de la Société Belge de Géologie. III. 1889.

Pictet, F. J.: Mélanges Paléontologiques I. 1863—1868.

Quenstedt, F. A.: Der Jura. Tübingen 1858.

— Petrefaktenkunde. Tübingen 1858.

— Die Ammoniten des schwäbischen Jura. Stuttgart 1885

Renault, B.: Sur quelques Microorganismes des Combustibles fossiles. Extrait du Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale. 1899—1900.

Reuss, A. E.: Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. Stuttgart 1845—1846.

— Beiträge zur Charakteristik der Kreideschichten in den Ostalpen. VII. Bd. Denkschr. K. K. Akad. d. Wissensch. Wien 1854.

— Kritische Bemerkungen über die von Herrn Zekeli beschriebenen Gasteropoden der Gosaugebilde i. d. Ostalpen. Jahrgang 1857 Sitz.-Ber. K. K. Akad. d. Wissensch. XI. Bd.

v. Richthofen, F.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrb. geol. Reichs-Anst. Wien 1859 und 1862.

Rothpletz, A.: Geol. paläont. Monographie der Vilser Alpen. Palaeontographica **33.** Stuttgart 1886.

— Über Flyschfucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liassische diatomeenführende Hornschwämme. Diese Zeitschr. **48.** 1896.

— Geol. Alpenforschungen. I u. II. München 1900 u. 1905.

— Geol. Führer durch die Alpen. I. Das Gebiet der zwei großen rhätischen Überschiebungen zwischen Bodensee u. d. Engadin. Berlin 1902.

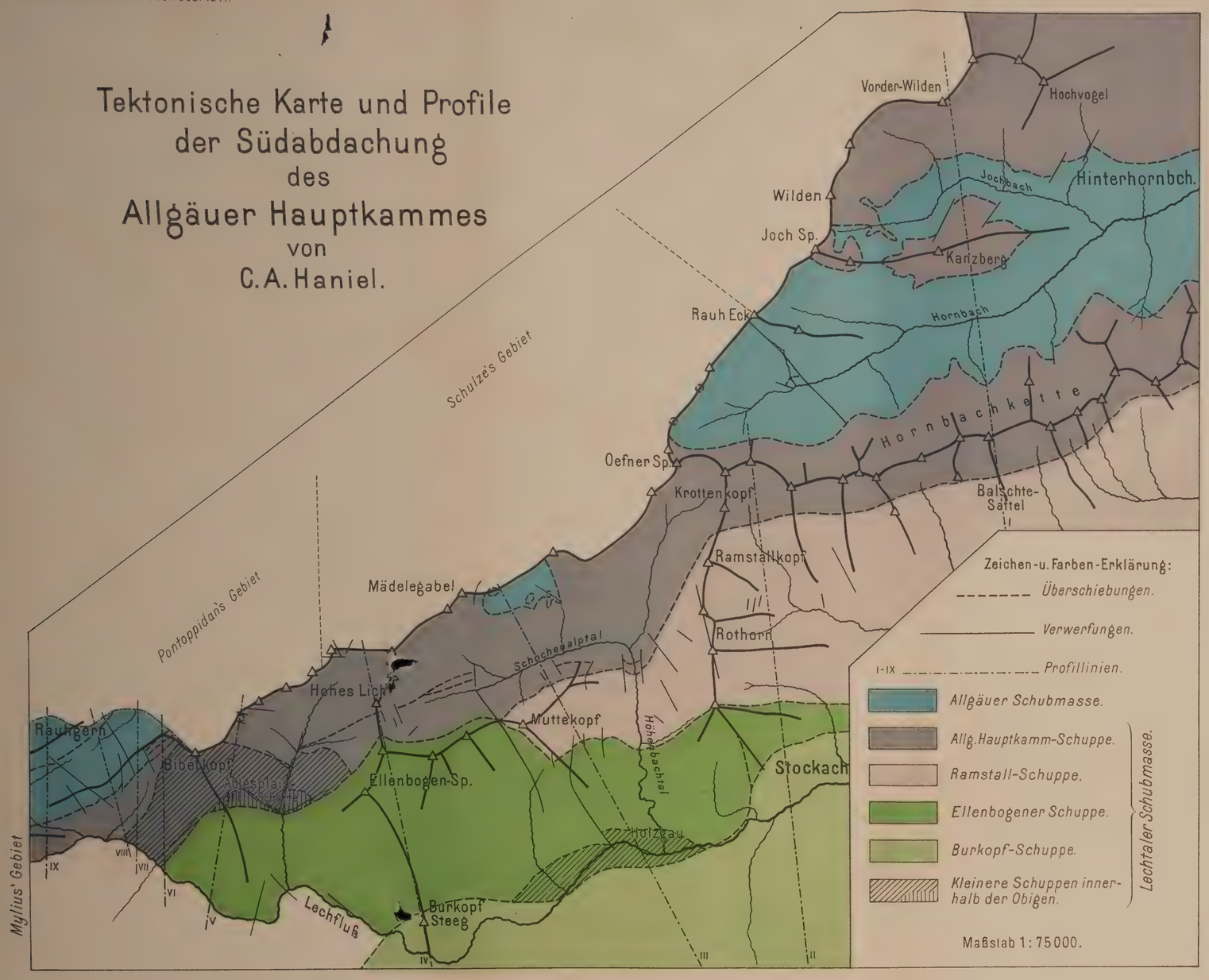
Schafhäutl, E.: Südbayerns Lethaea geognostica. Leipzig 1863.
Schulze, G.: Die geol. Verh. des Allgäuer Hauptkammes von der Rotgundspitze bis zum Kreuzeck und der nördl. ausstrahlenden Seitenäste. Geognost. Jahresh. XVIII. 1905.
Stoliczka, F.: Eine Revision der Gastropoden der Gosauschichten in den Ostalpen. Sitz.-Ber. K. Bayer. Akad. d. Wissensch.
Stoppani, A.: Géologie et Paléontologie des couches à *Avicula contorta* en Lombardie. Paléont. Lombarde. Milano 1860—1865.
Suess, E.: Die Brachiopoden der Kössener Schichten. Denkschr. Akad. d. Wissensch. VII. Wien 1854.
Wähner, F.: Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. 1903.
Waltenberger, A.: Orographie der Allgäuer Alpen. Augsburg 1872.
Winkler, G.: Die Schichten der *Avicula contorta* inner- und außerhalb der Alpen. München 1859.
Wright, T.: Monograph on the Lias Ammonites of the British Islands. Palaeontographical Society 1878 ff.
Zekeli, L. F.: Die Gasteropoden der Gosaugebilde i. d. nordöstl. Alpen. Abh. geol. Reichs-Anst. Wien 1852.
v. Zittel, K.: Die Bivahren der Gosangebilde i. d. nordöstl. Alpen. Denkschr. Akad. d. Wissensch. Bd. XXIV. Wien 1864.
v. Zittel, K. A.: Paläont. Studien über die Grenzschichten der Jura- und Kreideformation im Gebiete der Karpaten, Alpen und Apenninen. I. Abt. Die Cephalopoden der Stramberger Schichten. Pal. Mitteil. aus d. Museum d. bayr. Staates. Cassel 1870.
Zugmayer, H.: Untersuchungen über rhätische Brachiopoden. Beitr. z. Paläontol. Öst.-Ungarns. I. 1882.

Lebenslauf.

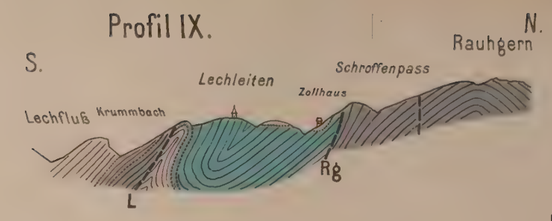
Als Sohn des Ingenieurs August Haniel wurde ich am 9. Mai 1884 in Mühlheim a. d. Ruhr geboren. Während meiner ersten Schulzeit besuchte ich das Städtische Realgymnasium in Ruhrort, wohin mein Vater verzogen war. 1898 ging er nach Düsseldorf, wo ich 1904 an dem Städtischen Realgymnasium meine Reifeprüfung bestand. Im Winter 1904/5 war ich an der Heidelberger Universität immatrikuliert. Meine übrige Universitätszeit mit Ausnahme des Jahres 1907, das ich an der Bonner Universität zubrachte, war ich an der Münchner Universität immatrikuliert. Während der ganzen Zeit waren die Naturwissenschaften der Gegenstand meiner Studien.

Tektonische Karte und Profile der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes

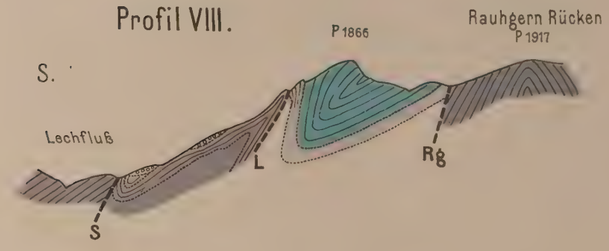
von C. A. Haniel.



Profil IX.



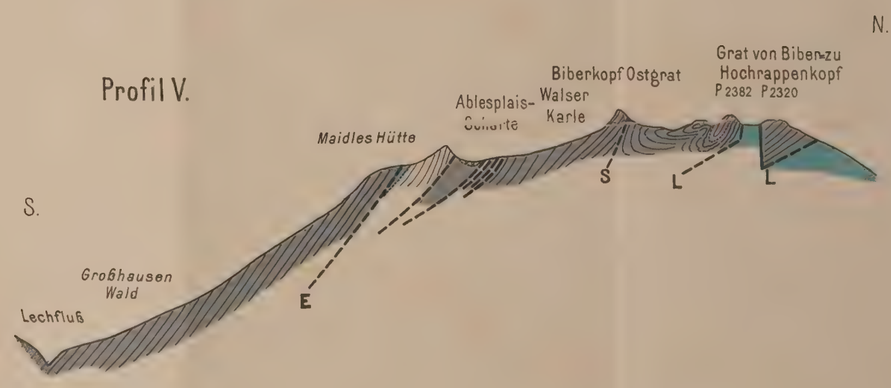
Profil VIII.



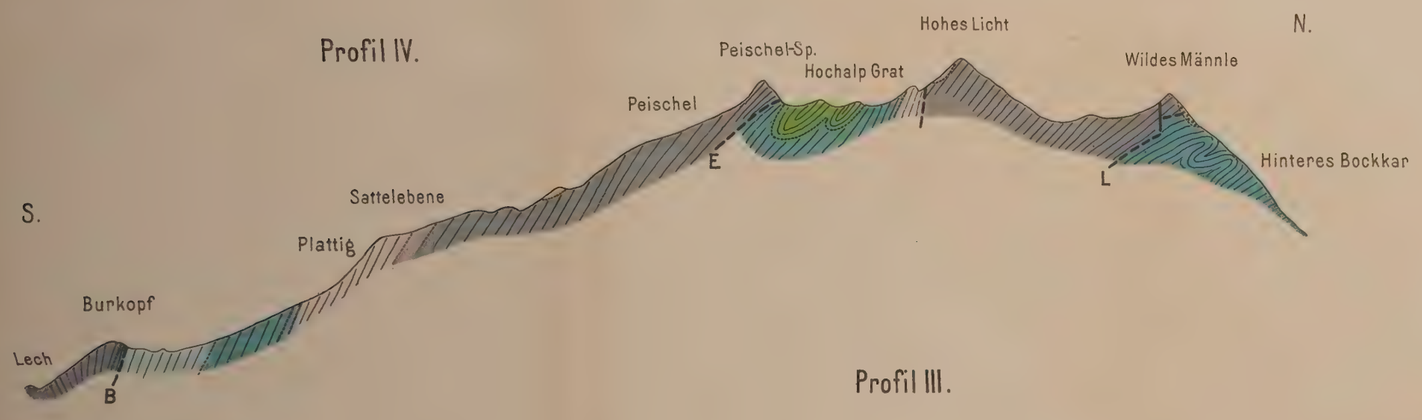
Profil VII.

Profil VI.

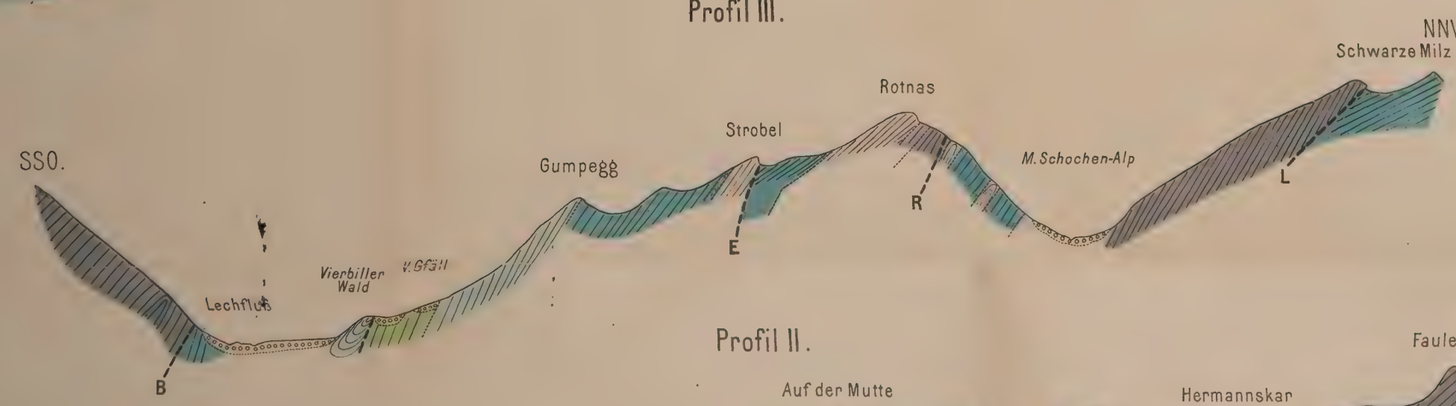
Profil V.



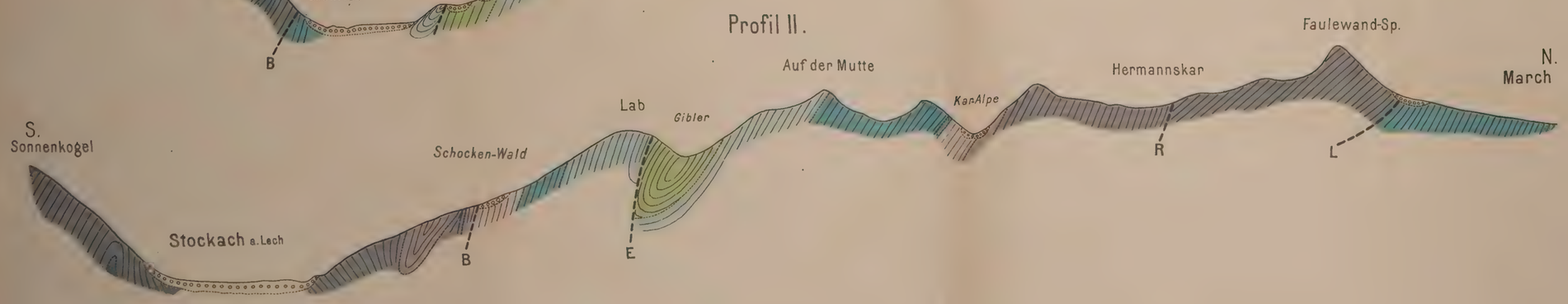
Profil IV.



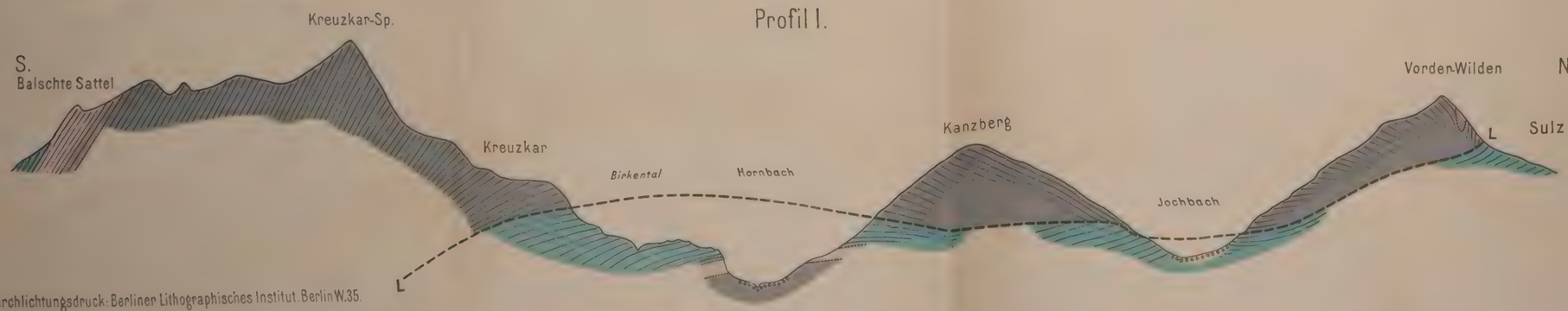
Profil III.



Profil II.



Profil I.



Farben-Erklärung:

- Alluvium.
- Diluvium.
- Gosaukreide.
- Kreideflysch. Senon.
- Aptychenschichten.
- Lias-Fleckenmergel.
- Roter Lias.
- Kössener Schichten.
- Plattenkalk.
- Hauptdolomit.
- Rauhwacke (Raibler?).
- Überschiebungen.

Maßstab 1 : 25000.

Durchlichtungsdruck: Berliner Lithographisches Institut. Berlin W. 35.

Fig. 1.
Balschte-Sattel.

HD Hauptdolomit, *P* Plattenkalk, *KM* Kößener Mergel,
KK Obere Kößener Kalke, *L* Lias.

Fig. 2.
Rothorn.

Fig. 1.
Megalodontenquerschnitte in den Kößener Kalken an der neuen Lechstraße.

Fig. 2.
Bergsturz bei Hägerau.

Fig. 1.
Überkippter Plattenkalksattel bei Lechleiten.

Fig. 2.
Westseite der Ellbogner Spitze (*E*) und Peischelspitz (*P*).